

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-226029

(43)Date of publication of application : 14.08.1992

(51)Int.Cl. H01L 21/285
B05D 5/12
C23C 16/06
H01L 21/205
H01L 21/285

(21)Application number : 02-415603 (71)Applicant : LSI LOGIC CORP

(22)Date of filing : 28.12.1990 (72)Inventor : HANSEN KEITH J

(30)Priority

Priority number : 90 461959 Priority date : 08.01.1990 Priority country : US

(54) METHOD AND DEVICE FOR SUPPLYING GAS TO CVD CHAMBER

(57)Abstract:

PURPOSE: To evenly coat a fire-resistant metal on an N-type and a P-type silicon regions by coating the fire-resistant metal on the surface of silicon by chemical vapor-deposition(CVD) system in which heating is made by radiation.

CONSTITUTION: Before N-type and P-type regions 2 and 3 reach a temperature about 100° C, optically opaque fire-resistant metal films 90 and 120 (thickness: 100–150Å) are coated on the N-type and P-type silicon regions 2 and 3 by CVD method. With opaque fire-resistance metal films 90 and 120 thus formed, the radiation coefficient of the N-type and P-type regions 2 and 3, even at high processing temperature, is provided by radiation coefficient of the fire-resistant metals 90 and 120. Thus, the fire-resistant metals 90 and 120 are coated on both the N-type and P-type silicon regions 2 and 3 at approximately an equal coating speed. Thus, on both the exposed N-type and P-type silicon regions 2 and 3, the fire-resistant metals 90 and 120 are evenly coated.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平4-226029

(43)公開日 平成4年(1992)8月14日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 01 L 21/285	301 T	7738-4M		
B 05 D 5/12	B	8616-4D		
C 23 C 16/06		7325-4K		
H 01 L 21/205		7739-4M		
21/285	C	7738-4M		

審査請求 未請求 請求項の数38(全 23 頁)

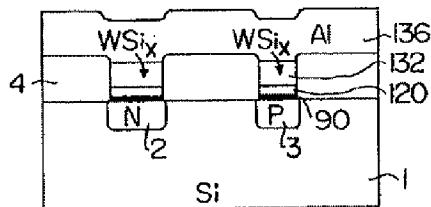
(21)出願番号	特願平2-415603	(71)出願人	591011432 エルエスアイ ロジック コーポレーション LSI LOGIC CORPORATION アメリカ合衆国、カリフォルニア州、ミル ビタス、マツカーシー ブルバード 1551
(22)出願日	平成2年(1990)12月28日	(72)発明者	キース・ジエイ・ハンセン アメリカ合衆国カリフォルニア州95133・ サンノゼ・ライマーレイン 1054
(31)優先権主張番号	07/461,959	(74)代理人	弁理士 大島 駿一 (外1名)
(32)優先日	1990年1月8日		
(33)優先権主張国	米国(US)		

(54)【発明の名称】シリコン膜に低抵抗導電膜を接続するための方法、構造及び装置

(57)【要約】

【目的】集積回路に於いて、特に耐火金属を用いてシリコンに対する電気的接触を信頼性高くしかも簡単に行うこと。

【構成】或る実施例に於いては、ウェハ上のN及びP型シリコン領域に対して金属インターコネクト膜を接触させるためのバリヤ膜を形成するための方法が提供される。ウェハがランプ等の直接的な放射源により加熱され、N型及びP型領域の放射率の差を解消するために、約100°C以下の温度に於いて両領域に対して耐火金属からなる不透明な層が先ず形成される。次に、約230~425°Cの温度に於て耐火金属の被着過程が行われる。このような高温の被着過程に於いては、発熱還元反応が接触領域を加熱するに伴い、高融点金属の被着速度を増大させるために還元性ガスの供給量を徐々に増大させる。更に、シリコン表面とそれに接触するバリヤ膜との間の接触速度を高めたり、プロセスガスの純度を高めたり、或いはプロセスガスをプロセスチャンバ内に導入する際に良好な拡散状態を実現するための方法或いは構造が提供される。



1

2

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 導電性インターネット膜を、ウェハ上に形成された1つまたは複数の露出したシリコン領域に電気的に接続するためのバリア膜を形成するための方法であって、前記領域の温度が約100°Cを越える前に、前記露出シリコン領域上に耐火金属の光学的に不透明な膜を形成する過程と、

所望の厚さを有するバリア膜を形成するために或る時間に亘って所定量の還元性ガス及び耐火金属系のガスを供給しつつ、前記ウェハをCVDチャンバ内に於て概ね一定の蒸着温度下にて加熱する過程と、

前記ウェハを焼戻すことにより、前記耐火金属と前記シリコン領域との間の境界にシリサイドを形成する過程とを有することを特徴とする方法。

【請求項 2】 前記還元性ガスがシランからなり、前記焼戻し過程が前記バリア膜内のシリコン原子がシリサイドを形成するような反応を引きさせるものであることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項 3】 前記不透明膜を形成する過程に先立って、概ね室温下に於て、耐火金属系のガスをもって前記露出シリコン領域の表面を飽和させ、前記バリア膜と前記シリコン領域との間の接着力を増大させ、かつ前記した耐火金属を蒸着させる過程に於ける触媒として機能するよう、前記表面に耐火金属からなる基層を形成する過程を有することを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項 4】 前記耐火金属が、タングステン、モリブデン、パラジウム、白金及びタンタルからなるグループから選ばれたものであることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項 5】 或る量の還元性ガスを供給しつつ、CVDチャンバ内に於て、概ね一定蒸着温度下にて前記ウェハを加熱する過程が、前記バリア膜が形成されつつある時に該バリア膜の温度を上昇させるような発熱還元反応が進行するに伴い、前記耐火金属の蒸着速度を増大させるべく、還元性ガスの供給量を時間と共に増大させる過程を含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項 6】 前記シリコン領域がN型及びP型領域の両者を含むことを特徴とする請求項5に記載の方法。

【請求項 7】 前記ウェハが、該ウェハに向けて直接的な放射を行うランプに電力を供給することにより加熱されるものであることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項 8】 前記焼戻し過程が、前記ウェハを約650°Cを越える温度に、約10秒を越える時間に亘って保持する過程を含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項 9】 導電性インターネット膜を、ウェハ上に形成された1つまたは複数の露出したシリコン領域に電気的に接続するためのバリア膜を形成するための方法であって、発熱還元反応が、前記露出シリコン領域上に

被着される耐火金属の温度を上昇し続けるに伴い、耐火金属系のガスの量に対して増大する量の還元性ガスを供給しつつ、CVDチャンバ内に於て、概ね一定蒸着温度下にて前記ウェハを加熱する過程と、所望の厚さのバリア膜が形成された後に、前記耐火金属と前記シリコン領域との間の境界にシリサイドを形成するべく、前記ウェハを焼戻しする過程とを有することを特徴とする方法。

【請求項 10】 耐火金属系のガスの供給量に対して時間と共に増大する量の還元性ガスを供給しつつ前記ウェハを加熱する前記過程に先立って、またバリア膜をブランケット蒸着するため或る量の還元性ガスを供給するが耐火金属系のガスを供給することなく、前記ウェハをCVDチャンバ内に於て概ね一定の蒸着温度下に於て加熱し、前記還元性ガスを、前記露出シリコン領域及びこれら露出シリコン領域に亘り分離する酸化膜領域の表面と共に核生成させる過程を有することを特徴とする請求項9に記載の方法。

【請求項 11】 耐火金属系ガスの供給量に対して時間と共に増大する量の還元性ガスを供給しつつ前記ウェハを加熱する前記過程に統いて、還元性ガス及び耐火金属系ガスを用いて前記チャンバ内に於て得られたバリア膜を所望の厚さにエッチングする過程を有することを特徴とする請求項10に記載の方法。

【請求項 12】 導電性インターネット膜を、ウェハ上に形成された1つまたは複数の露出したシリコン領域に電気的に接続するためのバリア膜を形成するための方法であって、前記露出シリコン領域の表面を概ね室温下に於て耐火金属系ガスにより飽和させることをもって、前記シリコン領域の前記表面上に耐火金属からなる基層を形成し、前記表面とその表面に蒸着されるべき耐火金属膜との間の接着力を増大させる過程と、

所望の厚さを有するバリア膜を形成するために或る時間に亘って所定量の還元性ガス及び耐火金属系のガスを供給しつつ、前記ウェハをCVDチャンバ内に於て概ね一定の蒸着温度下にて加熱する過程と、

前記ウェハを焼戻すことにより、前記耐火金属と前記シリコン領域との間の境界にシリサイドを形成する過程とを有することを特徴とする方法。

【請求項 13】 ウェハ上に形成された多結晶シリコン膜と金属皮膜との間の電気的接触を達成するために、前記多結晶シリコン膜に接触する導電性ピア膜を形成するための方法であって、発熱還元反応が、前記多結晶シリコン膜上に被着された耐火金属の温度を上昇し続けるに伴い、耐火金属系のガスの量に対して増大する量の還元性ガスを供給しつつ、CVDチャンバ内に於て、概ね一定蒸着温度下にて前記ウェハを加熱する過程と、所望の厚さのピア膜が形成された後に、前記耐火金属と前記多結晶シリコン膜との間の境界にシリサイドを形成するべく、前記ウェハを焼戻しする過程とを有することを特徴とする方法。

【請求項14】 耐火金属系のガスの供給量に対して時間と共に増大する量の還元性ガスを供給しつつ前記ウェハを加熱する前記過程に先立って、また導電性ピア膜をブランケット蒸着するために、或る量の還元性ガスを供給するが耐火金属系のガスを供給することなく、前記ウェハをCVDチャンバ内に於て概ね一定の蒸着温度下に於て加熱し、前記還元性ガスを、前記多結晶シリコン膜及び該多結晶シリコン膜上に形成された酸化膜領域の表面と共に核生成させる過程を有することを特徴とする請求項13に記載の方法。

【請求項15】 耐火金属系ガスの供給量に対して時間と共に増大する量の還元性ガスを供給しつつ前記ウェハを加熱する前記過程に統いて、還元性ガス及び耐火金属系ガスを用いて前記チャンバ内に於て得られたピア膜を所望の厚さにエッティングする過程を有することを特徴とする請求項14に記載の方法。

【請求項16】 前記還元性ガスがシランからなることを特徴とする請求項13に記載の方法。

【請求項17】 前記多結晶シリコン膜と、シランを還元性ガスとして用いて該多結晶シリコン膜上に形成される耐火金属膜との間の接着力を増大させるように、前記多結晶シリコン膜上に、純度の高い耐火金属からなる基層を形成するべく、CVDチャンバ内にて、所定量の耐火金属系のガスを供給しつつ、前記ウェハを加熱する過程を有することを特徴とする請求項16に記載の方法。

【請求項18】 前記還元性ガスが水素からなることを特徴とする請求項13項に記載の方法。

【請求項19】 ウェハ上に形成された第1の金属皮膜と第2の金属皮膜との間の電気的接続を達成するために、前記第1の金属皮膜に接触する耐火金属からなる導電性ピア膜を形成するための方法であって、前記第1の金属皮膜の露出面を清浄化する過程と、発熱還元反応が、前記第1の金属皮膜上に被着される耐火金属の温度を上昇し続けるに伴い、前記耐火金属の蒸着速度を増大させるべく、耐火金属系のガスの量に対して増大する量の還元性ガスを供給しつつ、CVDチャンバ内に於て、概ね一定蒸着温度下にて前記ウェハを加熱する過程を有することを特徴とする方法。

【請求項20】 前記第1の金属皮膜及び第2の金属皮膜がアルミニウムを含むことを特徴とする請求項19に記載の方法。

【請求項21】 前記還元性ガスがシランからなることを特徴とする請求項20に記載の方法。

【請求項22】 前記清浄化過程が、前記第1の金属皮膜の前記露出面を清浄化するべくRFスパッタエッティングを用いる過程を含むことを特徴とする請求項19に記載の方法。

【請求項23】 ウェハ上に形成された第1の金属皮膜と第2の金属皮膜との間の電気的接続を達成するために、前記第1の金属皮膜に接触する耐火金属からなる導

電性ピア膜を形成するための方法であって、或る量の還元性ガスを供給するが耐火金属系のガスを供給することなく、前記ウェハをCVDチャンバ内に於て概ね一定の蒸着温度下に於て加熱し、前記還元性ガスを、前記第1の金属皮膜及び該第1の金属皮膜上に形成された酸化膜領域の表面と共に核生成させる過程と、発熱還元反応が、前記第1の金属皮膜上に被着される耐火金属の温度を上昇し続けるに伴い、前記耐火金属の蒸着速度を増大させるべく、耐火金属系のガスの量に対して増大する量の還元性ガスを供給しつつ、CVDチャンバ内に於て、概ね一定蒸着温度下にて前記ウェハを加熱する過程とを有することを特徴とする方法。

【請求項24】 CVDチャンバを清浄化するために、該CVDチャンバをそのままエッティングするための方法であって、

前記CVDチャンバの壁面を約65°Cを越える温度に加熱する過程と、

前記CVDチャンバ内にNF3エッティングガスを注入する過程と、

前記CVDチャンバの前記壁面をエッティングするべく、前記NF3を活性化するためにRFパワーを供給する過程とを有することを特徴とする方法。

【請求項25】 CVDチャンバ内に於いて用いられ、CVDチャンバ内にガスを拡散するための装置であつて、或る材料の粒子を焼結し、焼結された個々の粒子間の空隙を介してガスが流出し得るようにしたことを特徴とする装置。

【請求項26】 前記拡散装置が、ステンレス鋼の粉体を焼結してなるものであることを特徴とする請求項25に記載の装置。

【請求項27】 前記拡散装置が、出口ポートを有するガス不透過性のリング上に設けられていることを特徴とする請求項25に記載の装置。

【請求項28】 CVDチャンバに導入されるプロセスガスを、該CVDチャンバに導入される前に濾過するための装置であつて、プロセスガス源に接続された入力ポートと、前記入力ポートをガスラインの第1の部分に接続するために、前記入力ポートのそれぞれの直下流側に接続された第1のバルブ手段と、

前記第1のバルブ手段の直下流側に設けられた第1の濾過手段と、

前記ガスラインの前記第1の部分を前記ガスラインの第2の部分に接続するため、前記第1の濾過手段の直下流側に設けられた第2のバルブ手段と、

前記第2のバルブ手段と前記CVDチャンバとの間に接続された第2の濾過手段とを有することを特徴とする装置。

【請求項29】 前記入力ポート、前記第1のバルブの手段、前記第1の濾過手段、前記第2のバルブ手段及び

前記第2の濾過手段を収納するケース体と、前記各部分

内に含まれる汚染物質を蒸発させるために前記各部分を加熱するために、前記ケース体内に設けられた内部加熱要素とを有することを特徴とする請求項28に記載の装置。

【請求項30】 前記プロセスガスが6フッ化タンゲステン及びシランを含むことを特徴とする請求項28項に記載の装置。

【請求項31】 導電性インターロケクト膜を、ウェハ上に形成された1つまたは複数の露出したシリコン領域に電気的に接続するためのパリア膜を形成するための装置であって、前記領域の温度が約100°Cを越える前に、前記露出シリコン領域上に耐火金属の光学的に不透明な膜を形成するための手段と、所望の厚さを有するパリア膜を形成するために或る時間に亘って所定量の還元性ガス及び耐火金属系のガスを供給しつつ、前記ウェハをCVDチャンバ内に於て概ね一定の蒸着温度下にて加熱するための手段と、

前記ウェハを焼戻しすることにより、前記耐火金属と前記シリコン領域との間の境界にシリサイドを形成するための手段と、

前記形成手段、前記加熱手段及び前記焼戻し手段を自動的に制御するための手段とを備えることを特徴とする装置。

【請求項32】 導電性インターロケクト膜を、ウェハ上に形成された1つまたは複数の露出したシリコン領域に電気的に接続するためのパリア膜を形成するための装置であって、発熱還元反応が、前記露出シリコン領域上に被着された耐火金属の温度を上昇し続けるに伴い、耐火金属系のガスの量に対して増大する量の還元性ガスを供給しつつ、CVDチャンバ内に於て、概ね一定蒸着温度下にて前記ウェハを加熱するための手段と、所望の厚さのパリア膜が形成された後に、前記耐火金属と前記シリコン領域との間の境界にシリサイドを形成するべく、前記ウェハを焼戻しするための手段と、前記加熱手段及び前記焼戻し手段を自動的に制御するための手段とを備えることを特徴とする装置。

【請求項33】 導電性インターロケクト膜を、ウェハ上に形成された1つまたは複数の露出したシリコン領域に電気的に接続するためのパリア膜を形成するための装置であって、前記露出シリコン領域の表面を概ね室温下に於て耐火金属系ガスにより飽和させることをもって、前記シリコン領域の前記表面上に耐火金属からなる基層を形成し、前記表面とその表面に蒸着されるべき耐火金属膜との間の接着力を増大させるための手段と、所望の厚さを有するパリア膜を形成するために或る時間に亘って所定量の還元性ガス及び耐火金属系のガスを供給しつつ、前記ウェハをCVDチャンバ内に於て概ね一定の蒸着温度下にて加熱するための手段と、前記ウェハを焼戻しすることにより、前記耐火金属と前記シリコン領域との間の境界にシリサイドを形成するた

めの手段と、前記飽和手段、前記加熱手段及び前記焼戻し手段を自動的に制御するための手段とを備えることを特徴とする装置。

【請求項34】 ウェハ上に形成された多結晶シリコン膜と金属皮膜との間の電気的接觸を達成するために、前記多結晶シリコン膜に接触する導電性ビア膜を形成するための装置であって、発熱還元反応が、前記多結晶シリコン膜上に被着される耐火金属の温度を上昇し続けるに伴い、耐火金属系のガスの量に対して増大する量の還元性ガスを供給しつつ、CVDチャンバ内に於て、概ね一定蒸着温度下にて前記ウェハを加熱するための手段と、所望の厚さのビア膜が形成された後に、前記耐火金属と前記多結晶シリコン膜との間の境界にシリサイドを形成するべく、前記ウェハを焼戻しするための手段と、前記飽和手段、前記加熱手段及び前記焼戻し手段を自動的に制御するための手段とを備えることを特徴とする装置。

【請求項35】 ウェハ上に形成された第1の金属皮膜と第2の金属皮膜との間の電気的接觸を達成するために、前記第1の金属皮膜に接触する耐火金属からなる導電性ビア膜を形成するための装置であって、前記第1の金属皮膜の露出面を清浄化するための手段と、発熱還元反応が、前記第1の金属皮膜上に被着される耐火金属の温度を上昇し続けるに伴い、前記耐火金属の蒸着速度を増大させるべく、耐火金属系のガスの量に対して増大する量の還元性ガスを供給しつつ、CVDチャンバ内に於て、概ね一定蒸着温度下にて前記ウェハを加熱するための手段と、前記清浄化手段及び前記加熱手段を自動的に制御するための手段とを備えることを特徴とする装置。

【請求項36】 前記清浄化手段が、ウェハ搬送システムを介して前記CVDチャンバに接続されたRFスパッタエッティングチャンバからなり、前記ウェハを大気圧に曝露しないように、かつ前記ウェハが前記エッティングチャンバから前記CVDチャンバに向けて搬送されるように、前記エッティングチャンバと前記CVDチャンバとが、前記ウェハ搬送システムにより接続されていることを特徴とする請求項35に記載の装置。

【請求項37】 CVDチャンバを清浄化するために、該CVDチャンバをそのままエッティングするための装置であって

前記CVDチャンバの壁面を約65°Cを越える温度に加熱するための手段と、

前記CVDチャンバ内にNF3エッティングガスを注入するための手段と、

前記加熱手段及び前記注入手段を自動的に制御するための手段とを備えることを特徴とする装置。

【請求項38】 CVDチャンバ内にガスを拡散させるための方法であって、或る材料の粒子を焼結してなる拡散手段を用いて、焼結された個々の粒子間の空隙を介し

てガスを流出させることを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、シリコンを用いた集積回路に関し、特に耐火金属を用いて、シリコンに対する電気的接觸を達成するための改良された方法及び装置などに関する。

【0002】

【従来の技術】マイクロエレクトロニクスの分野に於ては、シリコンに対する電気的接觸を達成する際に、アルミニウムなどからなる金属皮膜と、シリコンの部分との間を、アルミニウムとシリコンとが直接接觸することなく導電性のインターフェースを介して接続したい場合がしばしばあるが、アルミニウムをシリコン上に直接被着した場合には種々の問題が発生し得る。

【0003】アルミニウムをシリコン上に直接被着した場合に生じる重要な問題の1つとしては、アルミニウムがP型ドーパントとして機能し、アルミニウム原子がシリコン領域内に拡散すると、シリコン領域がP型不純物によりドープされるという問題がある。これは、アルミニウムがN型のシリコン領域に接觸し、P型のアルミニウム原子がシリコン領域内に拡散した場合には好ましくない整流能力を有する接觸が引き起こるために重要な問題となる。

【0004】もう1つの問題としては、アルミニウムが薄いシリコン領域を貫通するような突起（スパイク）を発生し易く、アルミニウムがシリコン領域の下側の層や隣接するシリコン領域と接觸してしまうことがある。

【0005】更に、もう1つの問題としてはシャドウ効果がある。即ち、酸化膜がシリコン領域を露出させるようにエッチングされ、酸化物の表面と露出シリコン領域の間に比較的に大きな段差が存在することから、露出したシリコン領域の表面と酸化膜の壁面上にアルミニウムが不均一に被着されるという問題が発生する。そのために、露出シリコン面或いは酸化膜壁面に対するアルミニウムの被着が不十分となるため、本来導通するべきところが、非導通となってしまう虞れが生じる。

【0006】集積回路が小型化するに伴い、上記した問題が益々深刻となる。しかも、反応温度が高まるに伴い、アルミニウム原子のシリコン内の拡散が促進されことから、高い反応温度が用いられる場合にも上記した問題が益々深刻となる。更に、長期間の間に、アルミニウム原子がシリコン内に更に拡散し、潜在的な欠陥の原因となったり、コンタクト領域の信頼性を低下させるという問題が発生する。従来からアルミニウムとシリコンとの直接的な接觸により引き起こされる上記したような問題を解消するための種々の提案がなされてきた。

【0007】その1つに、アルミニウムをシリコンにより飽和させ（通常アルミニウムに対するシリコンの量を0.2～1重量%とすることにより）アルミニウム原子

の拡散を抑制するものがある。この方法の欠点は温度の上昇に伴いアルミニウムの飽和レベルが高まり、従って飽和したアルミニウムが冷却すると、アルミニウム膜の直下のシリコンの基層表面上にシリコンの析出物が発生し、好ましくないP型エビタキシャル膜が形成される点にある。また、この方法を用いた場合でもシャドウ効果が依然として問題となる。

【0008】アルミニウムとシリコンとの間の直接的接觸に起因する問題を回避するため更に別の従来技術に基づく方法としては、シリコン表面にアルミニウム金属皮膜を被着する前に、シリコン上の1つまたは複数の境界膜を形成するものがある。この種の方法が米国特許第3,777,364号明細書に記載されており、それ以外にも多数の米国特許明細書がこのような技術に関連している。このような従来技術に基づく方法によれば、タンゲステン、モリブデン、パラジウム、白金或いはタンタルなどの耐火金属が、露出したシリコンまたは多結晶シリコン上に被着され、かつ反応を起すことにより、シリサイド膜を形成する。被着された耐火金属のうちで、シリコンと反応していない上面は除去される。それに引続いてアルミニウム金属皮膜が被着される。このようにしてアルミニウムとシリコンとの間に形成されたシリサイド膜は、アルミニウム原子に対するバリアとして機能し、アルミニウムがシリコンに向けて拡散するのを防止し、アルミニウムとシリコンとの間に低い抵抗を伴う接觸を実現する。更に、このような過程により、アルミニウム金属皮膜を被着する際に、段差を、例えば1,200オングストローム程度減少させることができる。

【0009】上記したようなシリサイド膜を形成する方法の問題は、例えばタンゲステンシリサイドを化学蒸着（CVD）により、6フッ化タンゲステンWF6を反応ガスとして用いて、タンゲステンシリサイドをアルミニウムとシリコンとの間に形成した場合に、CVDプロセスに於て必要とされる高温により、高温のCVDチャンバ壁面がWF6ガスと反応することにある。そのため、ウェハの表面に対するタンゲステンの蒸着速度が低下する。

【0010】タンゲステンをウェハの表面にスパッタリングすることにより、チャンバの高温の壁面がフッ化金属ガスと反応するという問題を回避することができるが、耐火金属皮膜をスパッタリングにより形成することは、次のような限界を有している。

【0011】（1）このような皮膜は高い応力状態にある場合が多く、従ってクラックを生じ易い。

（2）このような皮膜は段差を覆う能力が低いことを特徴としている。

（3）このような皮膜は、形成するために高いコストを必要とする。

（4）与えられた時間内に処理できるウェハの数が比較的小さい。

(5) スパッタリング用の装置は、装置コスト及び稼動コストが比較的高い。

【0012】かくして、高温壁面を伴うCVDプロセスにより耐火金属をシリコンに被着させる方法は、被着速度が低く、しかも段差を覆う能力が低い点に限界を有している。

【0013】米国特許第4,794,019号明細書には、高温の壁面を伴うCVDチャンバを用いたタングステン蒸着方法が開示されており、タングステンの被着速度が時間と共に減少し、約3,000オングストロームの厚さに於て25オングストローム/分の定常速度に達することが記載されている。(コラム3, 第31~33行)

【0014】この米国特許によれば、シリコンウェハ上にタングステンを被着するために300°C程度の温度を用いるCVDプロセスが開示されている。タングステンは、この程度の温度に於て、シリコンと共に良好に核生成を行うが、二酸化シリコンとは良好に核生成を行わず、従ってこの方法は、シリコン上にはタングステンを被着するが、二酸化シリコン上にはタングステンを被着しないような選択的な被着方法として用いられる。

【0015】しかしながら、この方法によれば、約3,000オングストロームを越える厚さに耐火金属を被着するためには、比較的多大な時間及びコストを必要とする。

【0016】チャンバの高温の壁面がフッ化金属ガスと反応することによる被着速度が低下という問題を解決するための1つの方法は、石英ハロゲンランプその他の放射源を用いてウェハに対して直接的な放射を行い、ウェハを局部的に加熱することがある。しかしながらこのウェハを加熱する方法によれば、N型及びP型シリコン領域に対して放射を行った場合に、これら2つの領域の放射率が異なることから、N型及びP型シリコン領域に対する耐火金属の被着速度に差が生じる。このような不均一な被着結果が得られる場合には、N型及びP型シリコン領域の両者に対して良好な電気的接触を達成しようとすると、金属インターフェクト膜(interconnect)を効率的に被着することが困難となる。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】このような従来技術の問題点に鑑み、本発明の主な目的は、集積回路の製造に関する技術分野に於いて、耐火金属をアルミニウムとシリコンとの間のパリア膜を比較的高い速度をもって被着することができ、シリコン表面の段差を減少させることができ、しかも露出したN及びP型シリコン領域の両者上に耐火金属を均一に被着し得るような方法を提供することである。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明は、マイクロエレクトロニクス回路を製造する際に用いられるシリコン

50

の表面に耐火金属を被着する技術に関する。

【0019】上記したような種々の問題を回避するためには、好ましくは、低い壁面温度を可能にする、放射により加熱される化学蒸着(CVD)システムが、耐火金属を被着するために用いられ、各ウェハが例えば広帯域光源により加熱される。従って、シリコン基層とアルミニウム皮膜との間にパリア膜(bARRIER layer)を形成するためにウェハに対して行われる被着過程が、高温のガス(WF6)と高温の壁面との間の反応により制限されることがない。

【0020】或る好適実施例に於ては、N型及びP型シリコン領域が放射を受けた時に、異なる放射率を呈することに起因する、N型及びP型シリコン領域に於ける被着速度の差異を解消するために、N型及びP型領域が約100°Cの温度に達する前に、N型及びP型シリコン領域に対して光学的に不透明な耐火金属の膜(少なくも100~500オングストローム)を先ず被着する。100°Cを越えるとN型及びP型領域の放射率が大きく異なることから、この不透明膜を100°C以下の温度に於て形成するのが好ましい。不透明耐火金属膜が形成されると、高いプロセス温度に於ても、N型及びP型領域の放射率が耐火金属の放射率により与えられ、従ってN型及びP型シリコン領域の両者に対して概ね等しい被着速度をもって耐火金属を被着することができる。

【0021】好適実施例によれば、更に、200~300°C程度の高い蒸着温度に於て、耐火金属ガス(WF6)を還元するためCVDチャンバ内に導入されるSiH4などの還元性ガスの量を時間と共に増大させ、被着された耐火金属の厚さが増大し、発熱性の還元反応により接触領域の温度が上昇するのに伴ない、耐火金属の被着速度を増大させるよう、CVDチャンバ内に於て利用可能な還元性ガスの量を増大させる。

【0022】本発明の好適実施例に於て、シリサイドパリア膜を形成するために用いられるプロセスは、(1)接触されるべきシリコン領域からなる有機性或いは金属性の汚染物を除去するようにシリコンウェハの露出表面を清浄化する過程と、(2)接触されるべきシリコン領域から酸化物を除去するためにウェハの表面を清浄化する過程と、(3)耐火金属が迅速かつ予測される要領をもって核生成を行うように、シリコンの結晶格子構造の欠陥を除去する過程と、(4)プロセスガスの高い純度を維持しその流量を正確に制御するために種々のガスライン及びプロセスチャンバをバージする過程をと、

(5) 20~30°C程度の概ね室温下に於て、シリコンの表面を耐火金属ガスにより飽和させ、その後に被着される耐火金属のための触媒として機能させ、シリコンの表面とその上に形成されるべきパリア膜との間に強力な接着力を形成するために、シリコンの表面に予備的な耐火金属皮膜を形成する過程と、(6)シリコン領域の温度が約100°Cに到達する前に、プロセスガスをC

11

VDチャンバ内に導入しつつ、露出したシリコン領域上に耐火金属からなる、少なくとも100~500オングストロームの厚さを有する光学的に不透明な膜を、十分に低い速度をもって形成するべく、ウェハの温度を徐々に上昇させる過程と、(7)発熱還元反応が、被着された耐火金属膜の温度を上昇させるに伴い、耐火金属の被着速度を増大させるべく、還元性ガスの供給速度を徐々に増大させつつ比較的一定の被着温度下にてウェハを加熱する過程と、(8)ウェハを約650°C以上の温度をもって焼戻し、耐火金属とシリコンの表面との間の境界をシリサイド化し、被着された耐火金属内のシリコンの原子を反応させることにより、接触抵抗率を低下させるようにシリサイドを形成させる過程と、(9)ウェハをCVDチャンバから取出す前にウェハを冷却する過程とを有する。

【0023】上記した本発明の好適実施例に於ては、過程(7)に於てSiH₄などシリコン系の還元性ガスが、WF₆などの耐火金属系ガスを還元するために用いられ、耐火金属と共に、シリコン原子も被着される。従って耐火金属及びシリコンが過程(8)に於て焼戻される際に、シリコンの基層が殆ど消費されない。

【0024】本発明の或る好適実施例に於ては、上記した高い蒸着速度及びN型及びP型シリコン領域に於ける被着速度の差異を解消するという特徴に加えて、CVDチャンバ内に導入されるプロセスガスを拡散するための新規な拡散手段、チャンバ内の不純物の滞留時間を減少させるように高いコンダクタンスを有するガスライン及び改善されたガス分配循環システムを用いるという特徴を備えている。

【0025】本発明に基づく方法の或る実施例は、耐火金属の被着過程を何回か行った後に、CVDチャンバからNF₃を除去する過程に際して、CVDチャンバとを約65°C以上の温度に加熱し、副産物がCVDの壁面に凝縮しないようにするCVDチャンバの清浄化過程を含む。

【0026】上記した被着過程の或る変形例によれば、本発明に基づく方法が、耐火金属をプランケット蒸着したり、2つの導電膜間のビア膜として用いられる耐火金属皮膜を被着するために用いられる。又、本発明に基づくビア膜を形成するための装置は、ウェハをスパッタエッティングを行うステーションからCVDチャンバに向けて低い圧力状態のまま搬送することができる。

【0027】

【実施例】A. 選択的な被着プロセス。

上記したような効果を実現する同時に、金属皮膜とシリコンとの間に改善された電気的接触を達成するため露出シリコン表面上に耐火金属を選択的に被着するために次のような方法が用いられる。

【0028】先ず、よく知られた従来の技術に基づく方法により、シリコンウェハ上に、アルミニウムインター

12

コネクト膜により電気的に接続されるべき種々の領域をシリコン基層上に形成する。更に、ウェハの表面の二酸化シリコンその他の絶縁性の膜が形成され、公知の方法を用いて、シリコン基層の選択的に露出された領域をエッティングし、金属皮膜により電気的に接続されるべき露出領域をシリコンの基層上に形成する。露出したシリコン領域を形成するための例が、米国特許第4,546,370号明細書に記載されている。

【0029】A(1). 露出シリコン面からの汚染物の除去。

露出シリコン領域上にパリア膜を選択的に形成する本発明の好適実施例に於ける第1のステップに於ては、露出した基層表面から有機性及び金属性の汚染物を除去するために、ウェハを120°Cの過酸化硫酸浴内に約5分間浸漬する。このステップとして、汚染物を除去するための他の良く知られた方法を用いることができる。しかしながら、露出基層表面上の汚染物の量が無視し得るものである場合にはこのステップを省略することもできる。

【0030】A(2). 露出シリコン面からの酸化物の除去。

第2のステップに於ては、ウェハを、例えば、5部のフッ化アンモニウムと、1部のフッ化水素酸と、8部の水とからなる緩衝酸化エッティング剤内に室温化に於て約6秒間保持する。このステップにより、露出基層表面からその酸化物或いは外部からの酸化物が除去される。しかしながら、露出面状に酸化物が十分存在していない場合には、このステップを省略することもできる。このステップを実施するために、その他の良く知られた手法を用いることができる。この酸化物除去を行うステップにより、パターン化された酸化物の表面の一部も除去されるが、このようなパターン化された酸化物の厚さが比較的大きいことから、それらの厚さが減少する度合は無視し得る程度である。

【0031】A(3). 結晶構造の損傷の除去。

第3のステップに於て、イオン注入或いはエッティング過程により引起された露出シリコン面に対する損傷が、従来から知られている3フッ化空素NF₃シリコンエッティング剤或いはその他の公知の手法を用いて除去される、このNF₃エッティング剤を用いて行われるプロセスによれば、シリコンの結晶構造に対する損傷が発生した部分のシリコンの表面層が実際に除去される。シリコンの結晶構造の損傷を除去するのは、耐火金属がシリコンの表面と共に、良好な核生成を行いしかもそれを予測し得る要領をもって行い得るようになるためである。このステップも、シリコンの結晶格子構造に対する損傷が無視し得るような場合には、省略することができる。

【0032】シリコンの結晶格子構造の損傷を除去するためにシリコンをエッティングする代わりに、シリコン原子を再配列させるように急速焼戻しを行い、結晶格子構

13

造を修復させることもできる、この焼戻し過程は、修復されるべき損傷のタイプ及び量に応じて約600~850°Cの温度に於て10~60秒間行なうのが好ましい。図1は、この第1~3のステップの後のウェハを示している。シリコンウェハ1は、露出したN型領域2とP型領域3とを有し、更に、バターン化された酸化膜4を有している。次にウェハ1が、図8に示された、米国特許第4,796,562号明細書に記載されているようなCVDチャンバ内に置かれる。図8に示されたCVDチャンバの詳細については後記する。

【0033】A (4)、高純度を得るためのガスラインのバージ。

第4のステップに於ては、ガスの純度及び安定性を確保するために、ウェハ1を受容するCVDチャンバ内にガスを導入する前に、バイパスラインから排出真空ラインに向けてプロセスガスを少なくとも7秒間バージする。最高度のガスの純度を確保するために、第4のステップは、各蒸着過程が終了する度ごとに実施される。しかしながら、ガスの純度のレベルが許容範囲内であって所望の精度を有する流速が確保できる場合には、このステップを省略することもできる。

【0034】図6は、本実施例に於けるCVDシステムに用いられるガスの供給フィルタ及び純化ネットワーク5を示すダイヤグラム図である。本実施例に於て少なくとも99.999%の高い純度を有するS1H4、H2、Ar及びWF6などからなるプロセスガスが、図示されたネットワーク5の入力ポート6、7、8及び9に供給される。CVDチャンバエッティングガスSF6及びNF3は、それぞれ入力ポート10、11に供給される。高い純度を維持するために全てのガスラインは電解研磨されたステンレス鋼からなるものとする。

【0035】先ず、ウェハロットの処理期間の間の、蒸着システムがこれから4時間以上の時間に亘って使用されないスタンダードバイモードに於ては、プロセスガスバルブ12~15、22、24、26、27、40、41、47及び48は、全て閉じられ、プロセスガスライン25、30、46及び51が遮断される。エッティングガスバルブ16、17、34、38並びにN2バルブ32は、バージされる必要がないことから、これらも閉じられる。空素パックフィル(b a c k f i l l)バルブ55、56も閉じられるが、これは、パックフィルは有毒或いは発火性ガスを希釈するために用いられるもので、保守点検時に診断的な目的のためにのみ用いられるものであるからである。他の全てのバルブは、ライン内に汚染物が侵入するのを防止するようにプロセスガスラインをN2により加圧するために開かれる。特に、バルブ18~21及び23は、N2がS1H4ガスライン25を加圧し得るように開かれる。バルブ28及び29は、N2によりH2ガスライン30を加圧するために開かれる。

【0036】バルブ31及び42~45は、N2により

14

Arガスライン46を加圧するために開かれる。バルブ45及び50は、N2によりWF6ガスライン51を加圧するために開かれる。

【0037】ガスライン52、53及び54は、CVDチャンバに至るガスラインに接続されており、上記したようなバルブを閉じることにより、ネットワーク5から遮断される。

【0038】真空ライン57及び58に接続された真空システムは、このスタンダードバイモード中に、約1リットル/分の割合で種々のガスラインからN2を吸いこむ。種々のマスフローコントローラ(MFC)76、77、80及び81は、日本のSTECコーポレーションから市販されているSTECモデル3400SL-SP-UCペイカブルMFC(商品名)等のバイパスタイプのものからなる。破線内に示されたバルブは、モノブロック形式のものであって、例えば日本のモトヤマコーポレーションから市販されているモトヤマモデルMVIDLM00BB(商品名)などからなる。

【0039】ウェハがCVDチャンバ内に置かれた後にS1H4ガスライン25及びH2ガスライン30をバージする第4のステップを実施するために、バルブ19、20及び28が、ガスライン25及び30へのN2の供給を遮断するために閉じられる。次に、バルブ12、13、22及び26が開かれ、S1H4及びH2ガスが、ライン25及び30及び真空ライン57を介して流れることができるようになる。S1H4及びH2の流量は、真空ライン27に接続された図示されないポンプにより得られる圧力及びMFC76及び77の開度により決定される。好ましくは、バージステップに於ける全てのガスの流量を、耐火金属被着過程に際して用いられる流量に等しくし、ガスライン52に向けてガスを導入する時にプロセスガスのサーチが発生しないようにする。

【0040】Arガスライン46及びWF6ガスライン51をバージするために、バルブ42、44及び49が、ガスライン46及び51へのN2の供給を遮断するために閉じられる。

【0041】次に、バルブ14、15、40及び47が開かれ、Ar及びWF6ガスが、ライン46及び51及び真空ライン58を流れることができるようになる。Ar及びWF6の流量は、真空ライン58に接続された図示されないポンプにより得られる圧力及びMFC80及び81の開度に応じて決定され、耐火金属被着過程に際して用いられる流量に等しくされる。このガスラインのバージ過程は、高い純度及び流量の安定性を確保するため少なくとも7秒間実施される。

【0042】次に、プロセスガスは、真空ライン57及び58、プロセスガスライン25、30、46及び51、CVDガスライン52及び54、ガスライン52及び54に接続されたバルブ23、24、27、29、41、43、48及び50を制御することにより、CVDブ

ロセスチャンバに導入されるべく制御される。入力ポート6から導入されるS1H4還元ガス、入力ポート7から導入されるH2ガス及び入力ポート8から導入されるArガスは、有機金属化合物を含むナノケム(Nanochem:商標名)フィルタ61及び62によりそれぞれ濾過され、更に、従来形式の多孔質のガスフィルタ70、71及び72によりそれぞれ濾過される。ナノケムフィルタは、カリフォルニア州サンノゼに所在するSemiconductor, Inc.により製造されている。Arガスは、更に、ゲッタ材料Zr-V-Feを含むモデルSt707Saees-Purifier(商標名)フィルタ73により濾過される。エッティングガスSF6及びNF3は、それぞれ従来形式の多孔質のフィルタ74及び75により濾過される。ライン25、30、35、39、46及び51に於けるガスの流れは、マスフローコントローラ(MFG)76~81により制御され、かつ計測される。

【0043】図示されない露点センサが真空ライン57及び58及びN2ライン84及び85に設けられ、これらのライン内のH2O蒸気の量が所定のレベル以下であるか否かを判定する。ガス供給及び濾過用ネットワーク5は、CVDシステムの一部として用いられる前に約125°Cの温度をもって約37時間ペークされガスライン中の水蒸気が除去される。図6に示されるように、ネットワーク5のケース内にはこの目的で抵抗性加熱要素87が設けられている。図7に示されるように、ネットワーク4を含む部材88は、アルミニウム基層89上に装着され、抵抗性加熱要素87は、基層を加熱し、部材88をペークするために、基層89の他方の側に装着されている。ガスライン内の不純物を検出するために残留*30
2WF6 + 3Si → 2W + 3SiF4

【0048】式1から理解されるように、WF6のフッソ原子は、揮発性の反応生成物(SiF4)として除去され、タンクステンが、シリコンの表面に被着される。室温下に於て、Si表面とWF6との反応が、露出シリコンの全面を耐火金属膜により覆うのに十分ではない場合がある。しかしながら、このタンクステン基層は、露出シリコンと強固に接着し、従って、その後に形成されるパリア膜とシリコン基層との間の接着力を増大させることができる。この基層は、更に、タンクステンを更に被着し、概ねSiO2絶縁膜4以外のシリコンの表面にのみ耐火金属を選択的に被着させるための触媒としても機能する。SiO2は、室温下に於てWF6をそれ程選

*ガスアライザが用いられた。

【0044】1つのウェハから次のウェハへと交換する間の短期間のスタンドバイモードに於ては、プロセスガスライン25、30、46及び51内の全てのガスを真空ライン57及び58を介して吸い出し、熱的なサイフォン減少や腐蝕が起きないようにしている。これは、バルブ22、24、26、27、40、41、47及び48を閉じバルブ23、29、43及び50を開き、ガスライン25、30、46及び51を真空ライン57及び58に接続することにより達成される。

【0045】以下に詳しく述べるような機能を果すために、S1H4、H2、Ar、WF6などのガスに代えて、他の公知のプロセスガスを用いることができる。

【0046】A(5)、耐火金属系のガスによる露出シリコン面の飽和。

第5のステップに於ては、図2に示されるように耐火金属系ガスがウェハ1を受容するCVDプロセスチャンバ内に導入され、還元性ガスがチャンバ内に注入される前に、例えば30°C以下の室温に於て、露出シリコン領域2及び3を飽和する好適実施例に於ては、シリコン基層表面を飽和させるためにWF6が用いられた。しかしながら、シリコンにより還元され耐火金属膜として被着されるものであれば、任意の公知耐火金属系ガスを用いることができる。この飽和ステップに於て、WF6は、露出シリコンにより還元され、露出シリコン領域2及び3上に数層のタンクステン単原子膜92を形成する。WF6は、次の反応により露出シリコンにより還元される。

【0047】

(式1)

元することができないことから、タンクステン膜は、SiO2膜4上にはほとんど形成されない。

【0049】本実施例に於て、第5ステップは、CVDチャンバ内に導入されるH2、Ar及びWF6の流れを制御するために図6に示されたプロセスガスバルブ41及び48を制御することにより実施される。表1は、耐火金属膜を選択的に被着するため、本実施例に於て用いられる種々のステップのためのプロセスパラメータを示す。第5ステップは、表1に於けるパラメータ設定状態Aに対応する。

【0050】

【表1】

17	時間	温度	圧力	裏側圧力	S1H4	WF6	H2	Ar
設定状態	(秒)	(°C)	(morr)	(torr)	(secm)	(secm)	(secm)	(secm)
A	7 Am (±30°C)	80	0.5	0	4.0	150	5	
B	5 Am (±30°C)	80	0.5	2.6	4.0	150	5	
(Am→280)								
C	45	260	80	0.5	2.6	4.0	150	5
D	10	260	80	0.5	2.6	4.0	150	5
E	10	260	80	0.5	2.8	4.0	150	5
F	10	260	80	0.5	3.0	4.0	150	5
G	10	260	80	0.5	3.2	4.0	150	5
H	10	260	80	0.5	3.4	4.0	150	5
I	5	Am	BASE	0	0	0	0	0
(280→Am) (±16 mitorr)								
J	45	Am	800	1.0	0	0	300	50
K	5	Am	BASE	0	0	0	0	0
L	20	700	80	0.5	0	0	150	5
(Am→700)								

Am: 周囲温度

【0051】表1から理解されるように、このステップは、約7秒間、4.0 secm (標準状態に於ける1分当りの立方センチメートルにより表される流量) 及び80 mtorr のCVDチャンバ圧力下に於て実施される。CVDチャンバ内に於て適正な流速及び圧力を保持するために、バルブ27を開くことにより、H2をチャンバ内に向けて150 secmの流量をもって注入する。H2は、このような低温に於ては還元性ガスとして機能せず、従って不活性ガスとして機能する。また、バルブ41を開くことにより少量のArガスも5 secmの流量をもってチャンバ内に吸入される。Arガスは、ガスライン54に於けるWF6の流れを促進するためのキャリアガスとして用いられる。

【0052】図8は、本実施例に於て用いられた改造されたVarianモデル5101 CVDシステム(商品名)のチャンバ部分を示す断面図である。Varianモデル5010 CVDシステムについては、米国特許第4,796,562号明細書を参照されたい。

【0053】図8に於て、ウェハ1は、ウェハクランプアセンブリ100により、石英チャック102に固定されており、その前面が反応チャンバ104に對向している。WF6などの耐火金属系ガスは、外側ガス注入リング108を介してチャンバ104内に注入され、リング108は、その壁体の一部をなす拡散手段を介してガスを流出させることができる。本実施例に於ては、新規な拡散手段が用いられており、その詳しい内容については図23及び図24について後に詳しく説明する。ガス

は、図6に示されたガスライン54に接続された図示されない入口ポートを介してリング108に向けて導入される。

【0054】図6に示されるように、Arガスもガスライン54を介して流れれる。不活性ガス注入リング110は、リング108と同様のものからなり、図6に示されたガスライン52に接続され、S1H4などの還元性ガス及びH2をチャンバ104内に注入する。ガスデフレクタ105は、ガスが反応チャンバ104内に導入される前に、ガス混合チャンバ106に向けて注入されるガスを混合する働きをする。

【0055】図3に示されたCVDチャンバの他の特徴については特定のプロセスステップに関連し説明する。また、図8に示されたCVDチャンバの詳しい内容については、米国特許第4,796,562号明細書を参照されたい。表1に於けるパラメータ設定状態Aに対応する本実施例に於て、裏側チャンバ114が、図示されない入力ポートから、裏側チャンバ114に向けてArガスが注入されることにより、0.5 torrの圧力を有するようにされている。図示されない圧力トランスデューサが、裏側チャンバ114内に設けられ、裏側チャンバ114の圧力を計測する。反応チャンバ104内のプロセスガスが裏側チャンバ114内に侵入し、シリコンウェハ1の裏面と共に核生成を行わない限り、裏側チャンバの比較的高い圧力の正確な値は問題とならない。しかしながら、ウェハの周縁部に沿って所望の選択性が失われることを回避するために、裏側チャンバの圧力は、

約1.0 torr を越えてはならない。表1に於けるパラメータ設定状態Aによれば、反応チャンバの圧力が80 mtorr に保持される。

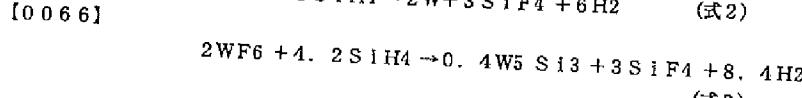
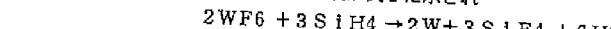
【0056】反応チャンバ104内のガスは、ウェハクランプアセンブリ100に設けられた開口を介して、大きな流量を取り扱い得る真空ポート116から吸い出され、チャンバ104内の副産物の滞留時間が10ミリ秒以下となるようにしており、チャンバ104内のガスを吸い出す速度は、プロセスガスが所望の流量をもって流れ、所望の反応チャンバ圧力を維持するように定められる。

【0057】A(6) 低温下における光学的に不透明な耐火金属膜のN及びP型領域上への形成。

第6ステップに於ては、シリコン上への耐火金属の被着速度が、極めて低いレベルに保持されるように、WF6などの耐火金属系ガスを反応チャンバ内に導入しつつ、ウェハの温度を、直接的な放射源により室温以上の温度に徐々に加熱する。

【0058】ウェハの温度は、徐々に上昇するが、その温度が約100°C以下である時には、耐火金属系ガスが、図3に於けるN型領域及びP型領域3の表面の露出シリコンにより還元され、また第5ステップにより被着された耐火金属の基層を介して拡散したシリコンにより還元される。耐火金属膜120の表面に概ね一定の割合で被着されるが、これはN型及びP型シリコンが100°C以下である場合には、概ね等しい放射率を有することによるものである。

【0059】図9に示されるように、N型及びP型シリコンの放射率が約100°Cを境にして異なる値を取るようになることから、温度上昇は、基層温度が約100°Cに到達する前に、少なくとも光学的に透明な耐火金属膜120、90(100~500オングストローム)を、N型及びP型シリコン領域2及び3の両者に被着しておくのに十分であるようなゆっくりした速度をもって行われなければならない。この膜は、CVDチャンバに於て用いられる放射加熱源により出力される周波数に対して不透明であれば良い。不透明な耐火金属膜が形成されると、N型及びP型シリコン領域2及び3の放射率が概ね被着された耐火金属の放射率に等しくなり、より高い温度に於てもN型及びP型領域に於ても概ね等しい被着速度をもって耐火金属膜の形成が可能となる。図3は、不透明な耐火金属膜120がN型領域及びP型領域3に対して形成されると同時に、放射122がウェハ1の基層の裏面124に対して与えられている状態を示している。WF6を耐火金属系のガスとして用いることにより、タンクステンからなる不透明な膜が式1に示され



た発熱還元反応に従って、このステップに於て生成される。

【0060】チャンバ内に還元性ガスが導入されない場合には、露出シリコン領域上の不透明なタンクステン膜を被着する際に、シリコン基層の数原子分の厚さの膜が還元反応により消費される。また、このような低い温度に於ては、二酸化シリコン絶縁膜4により耐火金属系ガスが殆ど還元されないことから、二酸化シリコン膜4の上には、耐火金属が殆ど被着されない。

【0061】本実施例に於ては、表1に於けるパラメータ設定状態B及びCとして示される第6ステップが、WF6が4sccmの流量をもってチャンバ104内に吸入されると同時に、図8に示されるように、徐々に増大する電力を石英ハロゲンランプ126に供給することにより実行される。表1に於けるパラメータ設定状態B及びCとして示されるように、ランプ125は、5秒間消灯され、それに引続く4.5秒間に亘って265°Cに達するまで、増大する電力の供給を受ける。チャンバ圧力及び裏側チャンバ圧力と同様に、H2及びArの流量は第5ステップと同様である。

【0062】図8に示されたパイロメータ即ち高温計が、ウェハの平均温度を計るために用いられ、温度制御のためのフィードバック信号を供給する。

【0063】表1に示された好適実施例に於ては、反応チャンバ104内に還元性ガスを導入しなくとも、不透明な膜120、90を形成し得るにも拘らず、シランとも呼ばれる4水素化シリコン(SiH4)還元性ガスが、耐火金属の被着速度を増大させ、還元反応により消費されるシリコンの表面がごく僅かであるようにするために、WF6を還元するべく、2.6sccmの流量をもって、チャンバ104内に導入される。

【0064】A(7) 被着温度に於ける還元性ガスの徐々に増大する流量による供給。

第7ステップに於ては、被着温度が、シリコンウェハ上の選択された領域上にタンクステンの他の耐火金属が所望の厚さに被着される必要な時間に亘って、230~425°Cに保持される。この間に、耐火金属系のガスが、還元性ガスと共に、チャンバ内に導入され、耐火金属系ガスを還元する。この時、基層のシリコンは、被着された金属皮膜内を拡散して耐火金属系ガスを還元することができない。好適実施例に於ては、耐火金属系ガスがWF6からなり、還元性ガスがSiH4からなり、チャンバ内のSiH4の相対的な量に応じて次のような発熱反応を引起す。

【0065】

【0067】式2及び式3に示された還元反応は、次のようにして行われる。WF6は、第6ステップに於て被着された不透明なタンクスチタン皮膜をフッ化する。SiH4は、直ちにフッ化表面と反応し、シリコンを被着すると共に、揮発性のフッ化シリコン(SiF4)を形成する。被着されたシリコン膜は、該シリコン膜に向けて衝当するWF6ガスの分子と反応し、式1に示される還元反応を行う。このようにして、式2及び式3により示される反応は、WF6とSiH4との間の還元反応と、タンクスチタン及びシリコンの被着サイクルに亘って行われるタンクスチタン皮膜の成長とからなる一連の副反応の集合として行われる。WF6或いはSiH4は、このようないい低い被着温度に於ては、絶縁性の二酸化シリコン膜4に殆ど付着しないことから、絶縁性の二酸化シリコン膜に対しては、タンクスチタンが殆ど被着されない。従つてタンクスチタンの選択的な被着が実現する。

【0068】式2及び式3により示される還元性反応から理解されるように、還元性反応に關与するSiH4の量がWF6の量の1.5倍を越えると、シリコン原子もタンクスチタンと共に被着されるようになる。これは、その後に耐火金属とシリコン基層との接合部をシリサイド化するべくウェハを焼戻す時に、シリコン系の還元性ガスを用いることにより、シリコン基層が何ら消費されないこととなる点に於て好ましい。この焼戻しステップは、被着層全体をシリサイド化しつゝ高密度化する事から、パリア膜の抵抗を低くする働きをもつ有する。従つて、CVDチャンバ内に導入されるWF6及びSiH4の量は、WSixの膜を被着するように設定されるのが好ましい。但し、 \times はプロセスパラメータに依存する。図10は、SiH4対WF6の比を種々変化させた場合の、320~380°Cの被着温度下に於ける被着層のSi対Wの比の変化を表わすグラフである。

【0069】第7ステップに於て重要なことは、CVDチャンバに供給されるSiH4還元ガスの量が、接触領域の温度上昇に伴い増大する点である。WF6の、他の耐火金属系ガスであるSiH4との還元反応は、発熱反応であることから、被着されるタンクスチタンの量が増大するのに伴い、被着されたタンクスチタンの温度が上昇する。接触領域の温度が上昇するに伴い、SiH4の供給量を徐々に増大させると、反応が行われる温度の上昇により、パリア膜の好ましい柱状の粒子構造が維持されると共に、耐火金属の被着速度が増大する。この時、柱状の粒子の構造を維持するために、接触領域の温度が或るレベルに達する前に過大な量のSiH4を反応に供給しないように注意しなければならない。さもないと、形成されるパリア膜の粒子構造が好ましくない非等方性の要領をもつて急成長してしまう。

【0070】このように、SiH4の、反応チャンバへの供給量を徐々に増大させることにより、好ましくない現象を引起すことなく耐火金属の被着速度を増大させる

ことができる。しかるに、従来の技術によれば、接触領域の温度上昇に伴ない、SiH4の供給量を徐々に増大させることにより、柱状の粒子構造を維持し得ることが認識されていなかった。

【0071】第7ステップにより得られる構造が図4に示されている。本実施例に於ては、被着されたパリア膜132が、5~20原子%のシリコン(即ち1~4重量%のシリコン)を含むように形成される。上記したプロセスにより、膜132は、約12原子%のシリコンを含むが、Si基層の還元を回避するためには、シリコンの量が5原子%を越えれば良い。

【0072】図8に示されたCVDチャンバに於て、図6に示されたガス供給ネットワークを用い、更に、表1に示されたパラメータ設定状態C~Hを用いることにより、第7ステップが、ウェハの測定温度が260°Cとなるように、石英ハロゲンランプ126への電力の供給量を4.5秒に亘って徐々に増大させるように実行される。電力の供給量を徐々に増大させる間に、SiH4が、バルブ24を制御することにより、2.6sccmの流量をもってチャンバ104内に注入される。残りのガスの流量及び圧力は、表1のプロセスパラメータ設定状態Bに於て用いられたものと同様である。

【0073】260°Cの測定温度が得られると、この温度が10秒間維持され(表1に於けるプロセスパラメータ設定状態D)、ガスの流量が一定に保たれる。この時間が経過した後(表1に於けるプロセスパラメータ設定状態E)、SiH4の流量を2.6sccmから2.8sccmに増大させ、還元性反応が発熱反応であることから、被着パリア膜の温度上昇が260°Cを越え、耐火金属の被着速度を増大させる。

【0074】実用上、SiH4の流量の増大は、ウェハ上の露出シリコン面の面積に依存する。上記したプロセスに於ては、ウェハの表面の3%以下が露出シリコン面であると仮定されている。それ以上のシリコン面が露出している場合には、SiH4をそれだけ急速に増大させるのが好ましい。

【0075】このように、それぞれ10秒間に亘って、設定状態F、G及びHを行い、特にSiH4の供給量を、最終的に3.4sccmに達するまで0.2sccmずつ増大させる。

【0076】A(8)、チャンバからのプロセスガスの除去及び焼戻し。

第8ステップに於て、ウェハが冷却され、プロセスガスがチャンバから除去され、耐火金属とシリコン基層との境界をシリサイド化し、接触領域の抵抗を低下させるために急激な焼戻しステップが行われる。またこのステップの間に、パリア膜内のシリコン原子が被着された耐火金属と反応しシリサイドを形成する。還元性ガスがシリコン系であることから、被着耐火金属は既にシリコンを含んでおり、従つてこのステップに際して、シリコン基

【0067】式2及び式3に示された還元反応は、次のようにして行われる。WF6は、第6ステップに於て被着された不透明なタンクスチタン皮膜をフッ化する。SiH4は、直ちにフッ化表面と反応し、シリコンを被着すると共に、揮発性のフッ化シリコン(SiF4)を形成する。被着されたシリコン膜は、該シリコン膜に向けて衝当するWF6ガスの分子と反応し、式1に示される還元反応を行う。このようにして、式2及び式3により示される反応は、WF6とSiH4との間の還元反応と、タンクスチタン及びシリコンの被着サイクルに亘って行われるタンクスチタン皮膜の成長とからなる一連の副反応の集合として行われる。WF6或いはSiH4は、このような低い被着温度に於ては、絶縁性の二酸化シリコン膜4に殆ど付着しないことから、絶縁性の二酸化シリコン膜に対しては、タンクスチタンが殆ど被着されない。従ってタンクスチタンの選択性的被着が実現する。

【0068】式2及び式3により示される還元性反応から理解されるように、還元性反応に関与するSiH4の量がWF6の量の1.5倍を越えると、シリコン原子もタンクスチタンと共に被着されるようになる。これは、その後に耐火金属とシリコン基層との接合部をシリサイド化するべくウェハを焼戻す時に、シリコン系の還元性ガスを用いることにより、シリコン基層が何ら消費されないこととなる点に於て好ましい。この焼戻しステップは、被着層全体をもシリサイド化しかつ高密度化する事から、パリア膜の抵抗を低くする働きをも有する。従って、CVDチャンバ内に導入されるWF6及びSiH4の量は、WSixの膜を被着するように設定されるのが好ましい。但し、xはプロセスバラメータに依存する。図10は、SiH4対WF6の比を種々変化させた場合の、320～380°Cの被着温度下に於ける被着層のSi対Wの比の変化を表わすグラフである。

【0069】第7ステップに於て重要なことは、CVDチャンバに供給されるSiH4還元ガスの量が、接触領域の温度上昇に伴い増大する点である。WF6の、他の耐火金属系ガスであるSiH4との還元反応は、発熱反応であることから、被着されるタンクスチタンの量が増大するのに伴い、被着されたタンクスチタンの温度が上昇する。接触領域の温度が上昇するに伴い、SiH4の供給量を徐々に増大させると、反応が行われる温度の上昇により、パリア膜の好ましい柱状の粒子構造が維持されると共に、耐火金属の被着速度が増大する。この時、柱状の粒子の構造を維持するために、接触領域の温度が或るレベルに達する前に過大な量のSiH4を反応に供給しないように注意しなければならない。さもないと、形成されるパリア膜の粒子構造が好ましくない非等方性の要領をもって急成長してしまう。

【0070】このように、SiH4の、反応チャンバへの供給量を徐々に増大させることにより、好ましくない現象を引起すことなく耐火金属の被着速度を増大させる

ことができる。しかるに、従来の技術によれば、接触領域の温度上昇に伴ない、SiH4の供給量を徐々に増大させることにより、柱状の粒子構造を維持し得ることが認識されていなかった。

【0071】第7ステップにより得られる構造が図4に示されている。本実施例に於ては、被着されたパリア膜132が、5～20原子%のシリコン(即ち1～4重量%のシリコン)を含むように形成される。上記したプロセスにより、膜132は、約12原子%のシリコンを含むが、Si基層の還元を回避するためには、シリコンの量が5原子%を越えれば良い。

【0072】図8に示されたCVDチャンバに於て、図6に示されたガス供給ネットワークを用い、更に、表1に示されたバラメータ設定状態C～Hを用いることにより、第7ステップが、ウェハの測定温度が260°Cとなるように、石英ハロゲンランプ126への電力の供給量を4.5秒に亘って徐々に増大させるように実行される。電力の供給量を徐々に増大させる間に、SiH4が、バルブ24を制御することにより、2.6sccmの流量をもってチャンバ104内に注入される。残りのガスの流量及び圧力は、表1のプロセスバラメータ設定状態Bに於て用いられたものと同様である。

【0073】260°Cの測定温度が得られると、この温度が10秒間維持され(表1に於けるプロセスバラメータ設定状態D)、ガスの流量が一定に保たれる。この時間が経過した後(表1に於けるプロセスバラメータ設定状態E)、SiH4の流量を2.6sccmから2.8sccmに増大させ、還元性反応が発熱反応であることから、被着パリア膜の温度上昇が260°Cを越え、耐火金属の被着速度を増大させる。

【0074】実用上、SiH4の流量の増大は、ウェハ上の露出シリコン面の面積に依存する。上記したプロセスに於ては、ウェハの表面の3%以下が露出シリコン面であると仮定されている。それ以上のシリコン面が露出している場合には、SiH4をそれだけ急速に増大させるのが好ましい。

【0075】このように、それぞれ10秒間に亘って、設定状態F、G及びHを行い、特にSiH4の供給量を、最終的に3.4sccmに達するまで0.2sccmずつ増大させる。

【0076】A(8)、チャンバからのプロセスガスの除去及び焼戻し。

第8ステップに於て、ウェハが冷却され、プロセスガスがチャンバから除去され、耐火金属とシリコン基層との境界をシリサイド化し、接触領域の抵抗を低下させるために急激な焼戻しステップが行われる。またこのステップの間に、パリア膜内のシリコン原子が被着された耐火金属と反応しシリサイドを形成する。還元性ガスがシリコン系であることから、被着耐火金属は既にシリコンを含んでおり、従ってこのステップに際して、シリコン基

層はそれ程消費されない。本実施例に於ては、この焼戻しステップが、10~30秒に亘って約650~900°Cの温度に於て行われる。

【0077】表1に於けるパラメータ設定状態I~Kは、焼戻しに先立って行われる好適な冷却及びバージステップを示しており、パラメータ設定状態Iに於てはランプ126が消灯され、プロセスガスSiH4、H2、Ar、WF6のチャンバ内への注入が、図6に示されたバルブを閉じることより実行され、反応チャンバ104及び裏側チャンバ114に於ける圧力が1.8mtoorr以下に低下される。

【0078】パラメータ設定状態Jに於て、H2が3.00sccmの流量をもって反応チャンバ104に導入され、Arは5.0sccmの流量をもってチャンバ104に導入され、ウェハの冷却が促進されると共に、ライン52及び54及び反応チャンバ104から、残留するSiH4及びWF6をバージする。反応チャンバ104に於ける圧力は、8.00mtoorrに保持され裏側チャンバ圧力は、1.0torrに保持される。パラメータ設定状態Jは約4.5秒間維持され、その結果ウェハは十分冷却し、ライン及び反応チャンバが十分にバージされる。

【0079】パラメータ設定状態Kに於ては、ガスが、反応チャンバ104及び裏側チャンバ114に於ける圧力が5秒間に亘って1.8mtoorr以下に低下されるまで抜き出される。

【0080】焼戻し過程は、プロセスパラメータ設定状態Lの時に行われ、ランプ126は、5秒間に亘って、ウェハを約700°Cに加熱する様に徐々に増大する電力の供給を受ける。この間にH2が1.50sccmの流量をもって反応チャンバ104に供給され、Arが5sccmの重量をもって反応チャンバ104に供給される。反応チャンバ104に於ける圧力は、8.0mtoorrに保持され、裏側チャンバ114の圧力が0.5torrに保持される。この焼戻しステップの間に、被着されたパリア膜の密度が高まり約10%収縮する。この収*

$$\tau = \frac{V}{S} = \frac{pV}{Q}$$

【0086】但し、 τ =滞留時間(秒)

V=CVDチャンバの容積(リットル)

S=ポンプにより除去されるガスの流量(リットル/秒)

P=チャンバの圧力(torr)

Q=チャンバに導入されるガスの流量(torr・リットル/秒)

【0087】好適実施例に於て、CVDチャンバからポンプに至るマニフォールドは、50torr・リットル/秒以上のコンダクタンスを有している。120mtoorrのチャンバ圧力及び4.9リットルのチャンバ容積を

*縮は、パリア膜132内のシリコンとタンゲステンとが結合することによるものである。この収縮の度合は、焼戻し温度及びパリア膜132内のSiの量に依存する。

【0081】このようにして第5~8のステップにより(表1に於けるパラメータ設定状態A~L)形成されたパリア膜132は、約6、500オングストロームの厚さを有するようになる。

【0082】A(9)、ウェハの冷却及びウェハのCVDチャンバからの除去。

10 第9ステップに於て、焼戻し過程に統いて、また、ウェハをCVDチャンバから取出す前に、基層の温度が100°C以下に冷却される。この冷却ステップは、ランプ126を消灯し、ウェハが少なくとも4.5秒間に亘って周囲温度にまで冷却することにより実行される。冷却を促進するために反応チャンバの圧力を8.00mtoorrに保持し、裏側チャンバの圧力を1.0torrに維持しつつ、約4.5秒間に亘ってH2及びArをそれぞれ3.0sccm及び5.0sccmの流量をもって反応チャンバ104に注入することができる。それに引き続き、H2及びArガスを遮断し、ウェハを反応チャンバから取出す。

【0083】A(10)、導電性金属皮膜の形成。

パリア膜が形成された後、アルミニウム被着過程、その他の金属の被着過程或いは多結晶シリコンの被着過程が、従来の方法により行われ、被着されたパリア膜上に、導電性のインタコネクト膜を形成する。好適実施例に於ては、インタコネクト膜としてアルミニウムが、スパッタ被着プロセスにより被着される。このようにして得られた構造が図5に示されており、導電性のアルミニウム皮膜136がパリア膜132上に被着されている。

【0084】A(11)、その他の特徴。

耐火金属の被着過程に於ける第4~第7ステップに於て最適な結果を得るためには、フッ化シリコンなどの反応副産物の滞留時間を1.0ミリ秒以下にしなければならない。滞留時間は、次の式により計算される。

【0085】

(式4)

40 用いた場合、プロセスチャンバ内のガスの滞留時間は約9、 8×10^{-3} 秒となる。更に、CVDチャンバ内に導入されるプロセスガスは少なくとも99.999%の純度を有しており、重要なガスの流量は、十分な再現性を得るために、ウェハごとに設定された流量の設定値に対して±0.2sccmの範囲内に制御されなければならない。更に、WF6或いは耐火金属系のガスを貯留する液体ガス容器は、ガスライン中に於けるガスの凝縮を防止するため、好ましくは室温よりも5度低い温度に冷却される。

50 【0088】パリア膜をシリコンの領域上に形成するた

めの上記した方法は、好適実施例に於いて言及されたプロセスガス以外のガスを用いて実施することもできる。例えば、モリブデン、パラジウム、白金或いはタンタルなどの耐火金属を含む耐火金属系ガスを用いることもでき、また好適実施例に於て言及された以外の還元性ガスを用いることもできる。云うまでもなく好適実施例のプロセスに於て用いられたガスの流量、温度、プロセス時間、圧力及び装置の能力などは、所望の特性を有するパリア膜を形成する上で、必要に応じて変更される。

【0089】タングステンシリサイドの上記以外の特性或いはシリサイド膜を形成するための種々の他のプロセスに関する情報は、次のような文献に記載されている。

(1) VSLI Process Technologies, ICVC '89 (1989年10月17日発行)、(2) Robert S. Blewer氏による“Chemical Vapor Deposition of Interconnect Metals (Emphasizing Tungsten)”と題する講演資料(1988年1月25日発行)。

【0090】B. ブランケット被着プロセス。
ブランケット被着プロセスに於ては、耐火金属が、露出シリコン領域ばかりでなく絶縁性の二酸化シリコン膜の表面にも被着される。通常、ブランケット被着を行った後、酸化膜上に形成された耐火金属膜は、耐火金属が、該耐火金属膜により電気的に接触されるべきシリコン領域にのみ残るようにブランケットエッチングにより完全に除去される。続いて、通常、金属皮膜がウェハの表面に形成され、被着された耐火金属に対して、その下層に位置するシリコン領域に電気的な接触を行なうべく接触する。

【0091】ブランケットプロセスの他の用途としては、MOSデバイスのためのゲートを形成するために、ゲート酸化膜上に耐火金属を被着し、耐火金属膜を選択的にエッチングするものがある。

【0092】パターン化されたウェハの表面に耐火金属をブランケット被着する好適なプロセスに於ては、シリコンウェハの表面を清浄化し、シリコンの結晶格子構造に対する損傷を除去し、種々のガスラインをバージする予備的な第1～4ステップが、前記した第1～4ステップと同様にして行われる。第1～4ステップが実行され、ウェハが図8に示されたようなCVDチャンバに置かれた後に、ブランケット被着プロセスの好適実施例の第5ステップに於て、ウェハが約500°Cの被着温度に加熱され、約2秒間に亘ってSiH4がチャンバ内に導入され、露出シリコン及びSiO2と共に核生成を行う。これにより、その後にチャンバ内にWF6が導入された時にWF6を還元し得るよう、SiO2の表面に何層かのSiH4の単原子膜を形成する。

【0093】図12は、CVDチャンバ104内にSiH4を注入する間に、ウェハ1を、図8に示されたラン

ブ126からの放射熱150により加熱することにより、ウェハ1の表面上に、薄いSiH4の膜152が被着されるようにするステップを示している。

【0094】種々の圧力及びプロセスガスSiH4及びH2の流量は、表1に於けるパラメータ設定状態Cにより示されるものと同様である。この時、WF6或いはArを注入しない。

【0095】第6ステップに於ては、前記した選択的な被着過程として行われる第7ステップと同様な被着過程が行われ、WF6がSiH4と共に、CVDチャンバ内に注入される。このステップは、WS1xからなるパリア膜が、シリコン及び酸化物の両者の表面上に所望の厚さをもって形成されるまで繰り返される。但し、xは、被着プロセスに対して用いられるSiH4に対するWF6の比に依存する。柱状の粒子構造を得るために、WF6に対するSiH4の比を1以下としている。このステップが、図13に示されており、被着層158がウェハ1の表面全体に形成される。

【0096】好適実施例に於ては、この被着ステップが表1のパラメータ設定状態D～Hを用いて行われ、発熱性の還元反応が、被着されたパリア膜158の表面に於ける温度を上昇させるに伴い、還元性ガスSiH4の量が時間と共に徐々に増加される。しかしながら、このステップに於ては、被着温度が約500°Cに維持される。

【0097】形成されたパリア膜が接触領域を覆うに伴い、発熱性の還元反応により発生した熱が、それだけ早期に除去されるようになるために、パリア膜の温度上昇が停止するまで、この漸増するガスの供給が続けられる。

【0098】パリア膜158が被着された後、第7ステップに於て、前記した第7ステップと同様に、表1に於けるパラメータ設定状態I～Kを用いることにより、ガスライン及びCVDチャンバがバージされ、ウェハが冷却される。

【0099】表1に於けるパラメータ設定状態Lと同様な設定状態に於て、650°C～900°Cの範囲の温度下にて約10～30秒間の焼戻しステップが行われる。

【0100】このようにして得られたパリア膜158が、良く知られたブランケットプラズマエッチング方法或いは、その他のエッチング方法を用いてエッチングされ、図14に示されるようにパリア膜158が接触領域に於てのみ残されるようになる。或る用途に於て、このパリア膜158をインターフェース膜としても用いることができ、従ってブランケットエッチングが行われない。

【0101】図15に示されるよう金属皮膜或いはその他の導電性の皮膜160が被着され、かつエッチングされる。導電性皮膜160が被着されたパリア膜158及

27

び領域2及び3とオーミック接触を形成する。

【0102】被着されたパリア膜の品質を改善するための他の特徴的な点は、耐火金属シリサイド膜を選択的に形成するための前記したプロセスについて言及されたものと同様であって良い。

【0103】C. 多結晶シリコン膜上にビア膜を形成するための被着プロセス。

選択的な被着プロセスの第1～9ステップ或いはプランケット被着プロセスの第1～7ステップは、多結晶シリコン膜と金属皮膜との間或いは2つの金属皮膜間にビア膜(via)を形成するために用いることができる。

【0104】本発明に基づく方法により形成されたビア膜を形成されたビア膜を有するウェハの例が図16に示されている。図16に於てウェハ1は、N型領域2及びP型領域3を有する。両領域2及び3に対する接觸を達成するために、従来から知られた方法により、多結晶シリコン膜170が形成される。酸化膜4は、多結晶シリコン膜170をシリコンウェハ1から絶縁する。絶縁膜172は、耐火金属ビア膜174を被着させるべき、多結晶シリコン膜170の接觸領域を露出させるために、多結晶シリコン170上に形成される。図16に於て、耐火金属ビア膜174は、WSixを含み、ここで、xは被着プロセスに於て用いられるWF6に対する還元性ガスSiH4の比に依存する。AlSiをなどを含む金属皮膜178が、ビア膜174に接觸し、金属皮膜178と多結晶シリコン膜170との間の電気的結合を提供するように、絶縁膜172上に形成される。

【0105】ビア膜を形成するべく、多結晶シリコン膜上に耐火金属を被着する時に、第1及び第2ステップについて前記したのと同様の要領をもってウェハが精浄化され、第4ステップについて前記したのと同様の要領をもってガスにライン及びCVDチャンバをバージする。基層の結晶格子構造の損傷を除去するための前記した第3ステップは、云うまでもなく省略される。

【0106】ビア膜を形成する選択的な被着プロセスに於て、多結晶シリコン膜に於けるN及びP領域が異なる放射率を有することは問題とならないが、ビア膜と多結晶シリコンとの間に強固な接着を達成し、所望の選択性を得るために、SiH4をCVDチャンバ内に吸收入する前に、多結晶シリコン上に薄い耐火金属膜を被着するべく第6ステップを行うのが好ましい。この時、多結晶シリコンの薄い膜が消費される。

【0107】選択的被着プロセスのための他の被着及び焼戻しステップは、基層上の領域と金属皮膜との間に導電性のパリア膜を形成することについて前記したのと同様の要領をもって行われる。云うまでもなく、プロセス時間及びガスの流量及び温度は、被着されるべき耐火金属の所望の特性に応じて変更されるものであって良い。プランケット被着のためには、まずSiH4が、約500°Cの温度下に於て約2秒間に亘ってチャンバ内

28

に導入され、ウェハの表面に薄いSiH4膜を形成する。この方法は、図12について前記したのと同様である。WF6は、SiH4と共に、図13について前記したのと同様にパリア膜を形成するべく導入される。図13及び図14について前記したのと同様の要領をもって、被着された皮膜がエッティングされ、金属化プロセスが実行される。

【0108】D. 金属皮膜上にビア膜を形成するための被着プロセス。

10 2つのアルミニウム皮膜間或いは2つの金属皮膜間にビア膜を形成するためには、アルミニウム原子がウェハの酸化膜表面と反応するのを防止するためのシリコン原子を含むアルミニウム皮膜を形成するのが好ましい。

【0109】ビア膜を形成する目的で、アルミニウム皮膜上に耐火金属膜を選択的に被着するためには、従来の方法を用いてパターン化された酸化膜201或いはその他の絶縁膜をアルミニウム皮膜上に形成し、接觸領域を露出させる。初期の構造が図17に示されている。図17に於ては、P或いはN型領域2'を有するウェハ1が形成され、これらの領域は、上記した方法により耐火金属パリア膜200と接觸している。パリア膜200上には、アルミニウム202が形成され、更にその表面にはパターン化された酸化膜204が形成されている。

【0110】更に、次のようなプロセスが実施される。

D(1). ウェハ表面の精浄化。

ステップ1に於て、アルミニウム皮膜202上にパリア膜を選択的に被着するため、従来形式のRFスパッタエッティングプロセスを用いて露出アルミニウムを精浄化する。

【0111】好適実施例に於ては、-600ボルト以下のバイアス電圧及びArイオンを用いてスパッタエッティングを行った。このエッティングステップを行うための好適な装置に於ては、図21に示されるように、スパッタエッティングステーションに接続されるべく改造されたVarianモデル5101(商品名)CVDシステムが用いられた。このVarian5101CVDチャンバは、図8について前記しており、また、米国特許第4,796,562号明細書に記載されている。

【0112】図21に於て、チャンバ210は、ウェハ搬送システム214を介してスパッタエッティングチャンバ212に接続されている。図示されていないロードロックが、ウェハ搬送システム214とチャンバ210及び212間に設けられており、ウェハ搬送システム214が用いられていない間、チャンバ210の圧力は、チャンバ202の圧力の影響を受けない。CVDチャンバ215及びスパッタエッティングチャンバ212は、図6について前記したガスボックス219からのガスライン216及び218に接続されている。

【0113】スパッタエッティングチャンバ212にガスライン218を介して供給されたArガスは、ガスボッ

クス219内に位置しあつ図6に示されたネットワークに隣接する図22に示されるバルブ構造を用いて制御される。図22に於てクリプトンガス源がKrガスライン252に接続されている。このKr源及び関連するバルブは、本実施例に於けるスパッタエッティングプロセスに於ては用いられていない。

【0114】自動化された制御システム221が、適切な信号をワイヤ260、262及び264に供給することにより、CVDチャンバ210、スパッタエッティングチャンバ212、ウェハ搬送システム214及びガスボックス219の種々の機能を制御する好適実施例に於ては、図17に示されるように、ウェハが、カセットトレイ内に配置され、カセットトレイは、ウェハ搬送システム214内のカセットチャンバ内に配置される。ウェハ搬送システム214は、米国特許第4,796,562号に記載されたものと同様である。

【0115】ウェハ搬送システム214は、ウェハをカセットトレイから極めて低い圧力、例えば 1×10^{-4} torrに維持されたスパッタエッティングチャンバ212に向けてウェハを移動するためにマニピュレータームを備えている。Arガスが充填されたスパッタエッティングチャンバ212は、アルミニウム皮膜202の表面から酸化物を除去するように、アルミニウム202上への耐火金属の選択的な被着に対して悪影響を及ぼすような汚染物をウェハの表面から除去するように、ウェハの表面を清浄化すべく作動する。このステップは、その後のステップに於て、WF6及びSiH4プロセスガスがSiO₂の表面と共に核を生成するのを防止するため、SiO₂の表面を清浄化する働きも備えている。

【0116】好適実施例に於ては、-580ボルトのマイアス電圧及び400ワットのRFパワーを用いたスパッタエッティングを、48.5 sccmの流量をもってArガスを流通させ、室温下、14 mtorrの圧力下に於て、約60秒間行われる。このエッティングステップの終了後、ウェハ搬送システム214及びスパッタエッティングチャンバ212の圧力が約 1×10^{-4} torrに減少される。スパッタエッティングチャンバ212とウェハ搬送システム214との間のロードロックを開き、マニピュレータームを用いて、ウェハをスパッタエッティングチャンバ212から取出す。

【0117】ウェハ搬送システム214とスパッタエッティングチャンバ212との間のロードロックが閉じられ、ウェハ搬送システム214とCVDチャンバ210との間のロードロックが開かれ、マニピュレータームにより、ウェハを汚染することなく、エッティングされたウェハをCVDチャンバ210内に配置する。ウェハがCVDチャンバ210に搬送され、ウェハクランプアセンブリ100により石英チャック102上にクランプされると(図8及び米国特許第4,796,562号明細書参照)、ウェハ搬送システム214がCVDチャンバ210から遮断され、以下に示すような被着プロセスが実行される。

【0118】ステップ1に於て、ウェハを清浄化した後に、2つのアルミニウム皮膜に接触するビア膜を形成するためプロセスの好適実施例が以下の表2に示されている。

【0119】

【表2】

31	32							
パラメータ	時間	温度	圧力	裏側圧力	SiH ₄	WF ₆	H ₂	Ar
設定状態	(秒)	(°C)	(mbar)	(torr)	(sccm)	(sccm)	(sccm)	(sccm)
A	7	Am (≤30°C)	50	0.5	0	4.0	150	5
B	120	450	50	0.5	0	4.0	150	5
C	45	Am	800	1.0	0	4.0	300	50
			(450→Am)					
D	5	Am	BASE	0	0	0	0	0
			(≤15 mbar)					
E	7	Am	70	0.5	0	4.0	150	5
F	5	Am	70	0.5	2.6	4.0	150	5
G	45	500	70	0.5	2.6	4.0	150	5
			(Am→500)					
H	10	500	70	0.5	2.6	4.0	150	5
I	10	500	70	0.5	2.8	4.0	150	5
J	10	500	70	0.5	3.0	4.0	150	5
K	10	500	70	0.5	3.2	4.0	150	5
L	10	500	70	0.5	3.4	4.0	150	5
M	5	Am	BASE	0	0	0	0	0
			(500→Am)					
N	45	Am	800	1.0	0	0	300	50
			(800→Am)					
O	5	Am	BASE	0	0	0	0	0

Am: 周囲温度

【0120】ウェハがスパッタエッティングされた後、第2ステップの飽和ステップが実行され、耐火金属系ガスが30°C以下の室温下に於て、3時間に亘ってCVDチャンバ内に注入される。好適実施例に於ては、表2に於けるパラメータ設定状態Aを用いて、第2ステップが、2秒間に亘って、4.0 sccmのWF₆、1.50 sccmのH₂及び5 sccm Arを用いて実施される。図8に示されるようなCVDチャンバに於て、このステップの間、反応チャンバ104が50 mbarの圧力を有し、裏側チャンバ114が0.5 torrの圧力を有するようにされる。このステップは、その後に形成されるピア膜と金属皮膜との間の接着力を改善するために行われる。



【0123】450°Cの被着温度に於ては、アルミニウム皮膜上のパターン化された酸化膜は、WF₆と接触する際に還元性反応を引き起さない。耐火金属の最初の膜がアルミニウム上に形成されると以下の式6に従い、H₂※WF₆ + 3H₂ → W + 6HF

【0125】表2のパラメータ設定状態Cにより示されるように、ウェハの温度が周囲温度にまで低下され、C

30*【0121】D(3) 露出されたアルミニウム表面上での耐火金属膜の予備的な被着プロセス。

表2に於て、パラメータ設定状態B～Dに對応する第3ステップに於て、ウェハの温度が120秒間に亘って約450°C加熱され、パラメータ設定状態Aと同様の流量をもって、耐火金属検出ガスが、H₂及びArと共にチャンバ内に注入される。最初、WF₆がアルミニウム皮膜とのみ反応し、以下の式5に示されるように、数層の耐火金属単元被膜を被着することから、耐火金属の選択的な被着は、アルミニウム金属皮膜上に於てのみ行われる。

【0122】

(式5)

※2が、アルミニウム皮膜の表面に於て、耐火金属系ガスを還元することができるようになる。

【0124】

(式6)

VDチャンバ内の圧力が増大される。表2に於けるパラメータDに示されるように、チャンバ内のガスがバージ

33

される。前記したように図6に示されたような適切なバルブを操作することにより、プロセスガスを所望の流量をもってCVDチャンバに吸収することができる。

【0126】ステップ3の終了後に得られたウェハが図18に示されており、耐火金属膜220がアルミニウム膜220上に被着される。

【0127】D(4)、還元性ガスSiH4を用いた被着プロセス。

パラメータ設定状態Eに於ては、SiH4がチャンバ内に注入される前に室温下に於て再びWF6、H2及びArガスを約7秒間に亘ってCVDチャンバ内に吸収し、その後にSiH4がCVDチャンバ内に導入された時にCVDチャンバ内にWF6が過剰に存在する。

【0128】第4ステップに於てパラメータFが用いられ、ウェハの温度が徐々に上昇する前に約5秒間に亘ってSiH4がCVDチャンバ内に注入される。SiH4は、露出アルミニウム皮膜上に、高速で耐火金属がチャンバされるようになるために用いられる。

【0129】第4ステップに於て、パラメータ設定状態G～1が用いられ、ウェハの温度が、4秒間に亘って約500°Cの温度に向けて徐々に高められ、この温度に50秒間保持される。この間に、SiH4の供給量が2.6scmから3.4scmに増大され、発熱還元反応により被着された耐火金属膜の温度が上昇するに伴い、耐火金属の被着速度を増大する。前記したように、反応に供給されるSiH4の量が増大するにも拘らず、発熱還元反応により被着された耐火金属の温度が上昇するために、被着された耐火金属の柱状の粒子構造が保存される。

【0130】第4ステップの終了後のウェハの状態が19図に示されており、耐火金属(WSix)膜222が耐火金属(W)膜220上に被着されている。

【0131】D(5)、ウェハの冷却。

第5ステップに於てはパラメータ設定状態M～Oが用いられ、CVDチャンバ内のガスが排出されるに伴い、図8に於けるランプ126への電力の供給を徐々に減少させることによりウェハを冷却する。パラメータ設定状態Nに於ては、図8に於けるランプ126に供給される電力を減少させることにより、ウェハの温度を45秒間に亘って周囲温度にまで徐々に低下させる。

【0132】CVDチャンバ104の圧力が800mtoorrとなり、裏側チャンバ114の圧力が1.0torrとなるように、H2及びArガスがCVDチャンバ内に注入される。パラメータ設定状態Oに於て、プロセスガスが再び除去される。CVDチャンバ内のガスがポンプにより除去され、ウェハ搬送システム214と、CVDチャンバ216との間のロードロックが開かれる。米国特許第4,796,562号明細書に記載されたのと同様の要領をもって、マニピュレタームによりウェハをCVDチャンバ210から取出し、ウェハ搬送シス

34

テム214内のカセット内に配置する。ウェハをウェハ搬送システム214から取出すために、N2がウェハ搬送システム214内に注入し、システム214の圧力が大気圧よりもやや高くなるようにする。次に、処理されたウェハ及び同一ロット内の他のウェハを受容するカセットが取り出される。

【0133】焼成しステップは、ウェハに対する全ての処理が終了した時点で行われることから、この時点に於て被着膜からシリサイドを形成するため、焼成しステップが必要とされない。

【0134】上記したプロセスにより、1ミクロンの厚さを有するピア膜を形成することができる。

【0135】次に、図20に示されるように、公知の方法を用いて、ウェハの表面にアルミニウム皮膜24を形成する。被着された耐火金属222がアルミニウム皮膜220及び224間ピア膜を形成する。

【0136】E、2つの金属皮膜間にピア膜を形成するためのプランケット被着プロセス。プランケット被着プロセスにより、2つの金属皮膜間に耐火金属からなるピア膜を形成するためには、ウェハの表面をスパッタエッティングする必要がない。従って、ウェハは、図21に示されるように、ウェハ搬送システム214を介してCVDチャンバ210内に配置される。

【0137】次に、SiH4が265°C～500°Cの範囲の被着温度に於て、2秒間に亘ってCVDチャンバ210内に導入され、アルミニウム及び酸化物の表面へのプランケット被着を促進する。

【0138】次に、所望のパリア膜が形成されるまで、SiH4と共に、WF6を注入する。ここまでプランケット被着プロセスは、図12及び図13について前記したのと同様であるが、アルミニウムの融点が比較的低いことから、被着温度500°Cを越えてはならない。

【0139】耐火金属パリア膜が所望の厚さに被着された後、耐火金属がエッティングされ、所望の厚さを有するピア膜のみが残される。

【0140】更に、公知の方法を用いてウェハの表面上に上側金属皮膜を形成する。このようにして得られた構造は、図20に示されたものと同様であるが、純粋な耐火金属皮膜220は、このプランケット被着プロセスの間には形成されない。

【0141】前記したプロセスの場合と同様に、高い再現性及び良好な結果を確保するために、反応による副産物の滞留時間を10ミリ秒以下とするために、反応性ガスは少なくとも99.999%の純度を有し、重要なガスの流れは、±0.2scmの範囲で制御されなければならない。

【0142】F、追加のプロセス及び装置の特徴。

或る数のウェハが上記したいずれかの方法を用いて処理された後、図8に於ける石英チャック102などからなるCVDチャンバの部分の表面には、耐火金属の皮膜が

形成され、放射エネルギーを好ましくない程度に吸収し、プロセスチャンバ内のガスと反応するようになる。チャンバを清浄化したい場合には、例えば図6に示されるようなバルブ17、37、38を開くことにより、NF3からなるエッティングガスをチャンバ内に導入する。従来の技術によれば、このエッティングステップは、CVD室が室温下にある間に行われる。この従来の技術に基づく方法の欠点は、NF3がチャンバ内の石英(SiO2)と、或いはチャンバ内に残留する反応副産物と反応することにより、SiF4その他のフッ化物の凝縮物を形成する点にある。

【0143】このような凝縮を行うという問題を回避するため、NF3によりチャンバをエッティングする間に、*

ステップ	NF3	H2	時間
A	50sccm	0	5分
B	0	0	5分
C	0	175sccm	5分
D	0	0	5分
E	0	350sccm	5分
F	0	0	5分

【0146】表3のステップAに於て、50sccmのNF3が図8に示されたCVDチャンバ104に向けて80mtoorr以下の低い圧力をもって注入される。CVDチャンバの石英壁面が約90°Cに維持される間に、200ワットのRFパワーを5分間に亘って供給する。図8に於ける裏側チャンバ114を加圧するために何ら裏側ガスを用いない。

【0147】ステップBに於ては、RFパワーが遮断され、NF3ガスがチャンバから吸い出される。

【0148】ステップCに於ては、175sccmのH2がCVDチャンバ内に注入され、チャンバ内の残留物を除去するために、5分間に亘って200ワットのRFパワーが再び供給される。

【0149】ステップDに於て、チャンバが再び真空状態にされる。ステップEに於ては、350sccmのH2が、5分間に亘って800mtoorrのチャンバ圧力に於て、CVDチャンバ内に注入され、エッティングプロセスにより発生した不純物を排出する。

【0150】ステップFに於ては、チャンバが再び真空状態にされる。このようにしてCVDチャンバは清浄化され、次の被着プロセスを行ひ得るようになる。

【0151】NF3が腐食性であるため、比較的反応性を有する銅製のガスケットを全てアルミニウムのガスケットと交換しておくのが好ましい。

【0152】本発明に基づく耐火金属膜を被着するプロセスの好適実施例に於ける更に別の新規な特徴としては、改善された拡散ガス手段を備える、図8に示されるようなリング108及び110などからなるガスイジェ

*チャンバの圧力を約80mtoorr以下に維持しつつ、反応チャンバの壁面を、例えばMydax社により製造される閉ループ加熱ユニットなどを用いて、65°C以上に加熱する。この新規な方法によれば、この温度に於ては、SiF4その他のフッ化物が揮発性であって、NF3と共にバージされることから、凝縮現象を回避することができる。

【0144】以下に示す表3は、図8に示されたCVDチャンバなどからなるCVDチャンバをNF3を用いてエッティングするためのプロセスの好適実施例を示す。

【0145】

【表3】

	圧力	パワー	壁面温度
A	80mtoorr	200W	90°C
B	0	0	90°C
C	80	200W	90°C
D	0	0	90°C
E	800	0	90°C
F	0	0	90°C

クタリングをCVDチャンバ内で使用することにあり、これによりCVDチャンバ内に向けてリングから放出されるガスを均一に拡散させることができる。図23及び図24に示された好適実施例に於ては、ガスイジェクタリング260に対してステンレス鋼の粒子或いはその他の不活性材料の粒子からなる拡散手段262が嵌入されている。この拡散手段に於ては、ステンレス鋼などからなる材料の粒子が互に焼結され、粒子間を通過するガスをランダムに配向させることができる。好ましくは、粒子の平均直径を0.5~2.0ミクロンとする。好適実施例に於ては、拡散手段262の厚さは約1.57mm(0.062インチ)であり、拡散手段262の直径は約17.8cm(7インチ)である。しかしながら、特定の要請に適合するように、拡散手段262及びリングの寸法を適宜定めることができる。

【0153】非多孔質の支持リング264は、ステンレス鋼からなるのが好ましい。実用的な実施例に於ては拡散手段を、コネチカット州ファーミントンに所在するMott Metallurgical Corporationにより市販されている焼結ステンレスシート材を、所望の形状に切断することにより形成することができる。リング状をなす拡散手段262は、非多孔質の支持リング264に溶接される。入力ポート266からガスをイジェクタリング262内に導入することができる。

【0154】上記したプロセスを実施するのに好適な装置に於て、図21に示されるように、種々の流れ及びプロセスパラメータはコンピュータの制御のもとに自動的

に行われる。

【0155】このように種々の上記したプロセスを自動化することにより、人間の誤りに起因する問題を回避することができる。

【0156】当業者であれば所望の特性を有する耐火金属膜を被着し得るようなプロセスを自動化するようなソフトウェアプログラム及び制御システムを容易に開発することができる。好適実施例に於て、ソフトウェアは、前記した選択的な被着プロセスに於ける第4ステップに関連して言及されたガスラインバージ機能を制御するために用いることができる。

【0157】上記した好適実施例は、本発明に基づく耐火金属を被着するために用いられるプロセス及び構造あるいは装置の実施例を示したもので、本発明を何ら限定するものではないことを了解されたい。容易に理解し得るように、上記以外でも、適当な耐火金属系のガス或いは還元性ガスを上記したプロセスに於て用いることができる。いずれにせよ、当業者であれば、本発明の概念から逸脱すことなく種々の変形・変更実施例を思い至ることを了解されたい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の好適実施例に基づき耐火金属プロセスにより処理されたシリコンウェハを示す断面図である。

【図2】本発明の好適実施例に基づき耐火金属プロセスにより処理されたシリコンウェハを示す断面図である。

【図3】本発明の好適実施例に基づき耐火金属プロセスにより処理されたシリコンウェハを示す断面図である。

【図4】本発明の好適実施例に基づき耐火金属プロセスにより処理されたシリコンウェハを示す断面図である。

【図5】本発明の好適実施例に基づき耐火金属プロセスにより処理されたシリコンウェハを示す断面図である。

【図6】本発明の好適実施例に於て用いられたガス分配ボックス内の部品を示すダイヤグラム図である。

【図7】分配ボックス内の部品をベークするために用いられる加熱要素と共に、図6に示されたガス分配ボックスを示す斜視図である。

【図8】本発明の好適実施例に於て用いられるCVDチャンバを示すダイヤグラム図である。

【図9】N及びP型シリコン領域の放射率対温度の関係を示すグラフである。

【図10】プロセスガスのSiH₄対WF₆比に対する被着膜のSi対W比の関係を示すグラフである。

【図11】SiH₄対WF₆比と被着速度との関係を示すグラフである。

【図12】本発明の好適実施例に基づきプランケット被着プロセスにより処理されたシリコンウェハを示す断面図である。

【図13】本発明の好適実施例に基づきプランケット被着プロセスにより処理されたシリコンウェハを示す断面図である。

【図14】本発明の好適実施例に基づきプランケット被着プロセスにより処理されたシリコンウェハを示す断面図である。

【図15】本発明の好適実施例に基づきプランケット被着プロセスにより処理されたシリコンウェハを示す断面図である。

【図16】本発明の好適実施例に基づき、多結晶シリコンと金属皮膜との間のビア膜を形成するためのプロセスの終了後のシリコンウェハを示す断面図である。

【図17】本発明の好適実施例に基づく2つの金属皮膜間にビア膜を形成するためのプロセスにおけるシリコンウェハの断面図である。

【図18】本発明の好適実施例に基づく2つの金属皮膜間にビア膜を形成するためのプロセスにおけるシリコンウェハの断面図である。

【図19】本発明の好適実施例に基づく2つの金属皮膜間にビア膜を形成するためのプロセスにおけるシリコンウェハの断面図である。

【図20】本発明の好適実施例に基づく2つの金属皮膜間にビア膜を形成するためのプロセスにおけるシリコンウェハの断面図である。

【図21】ビア膜形成過程を形成するのに適する装置の好適実施例を示すブロック図である。

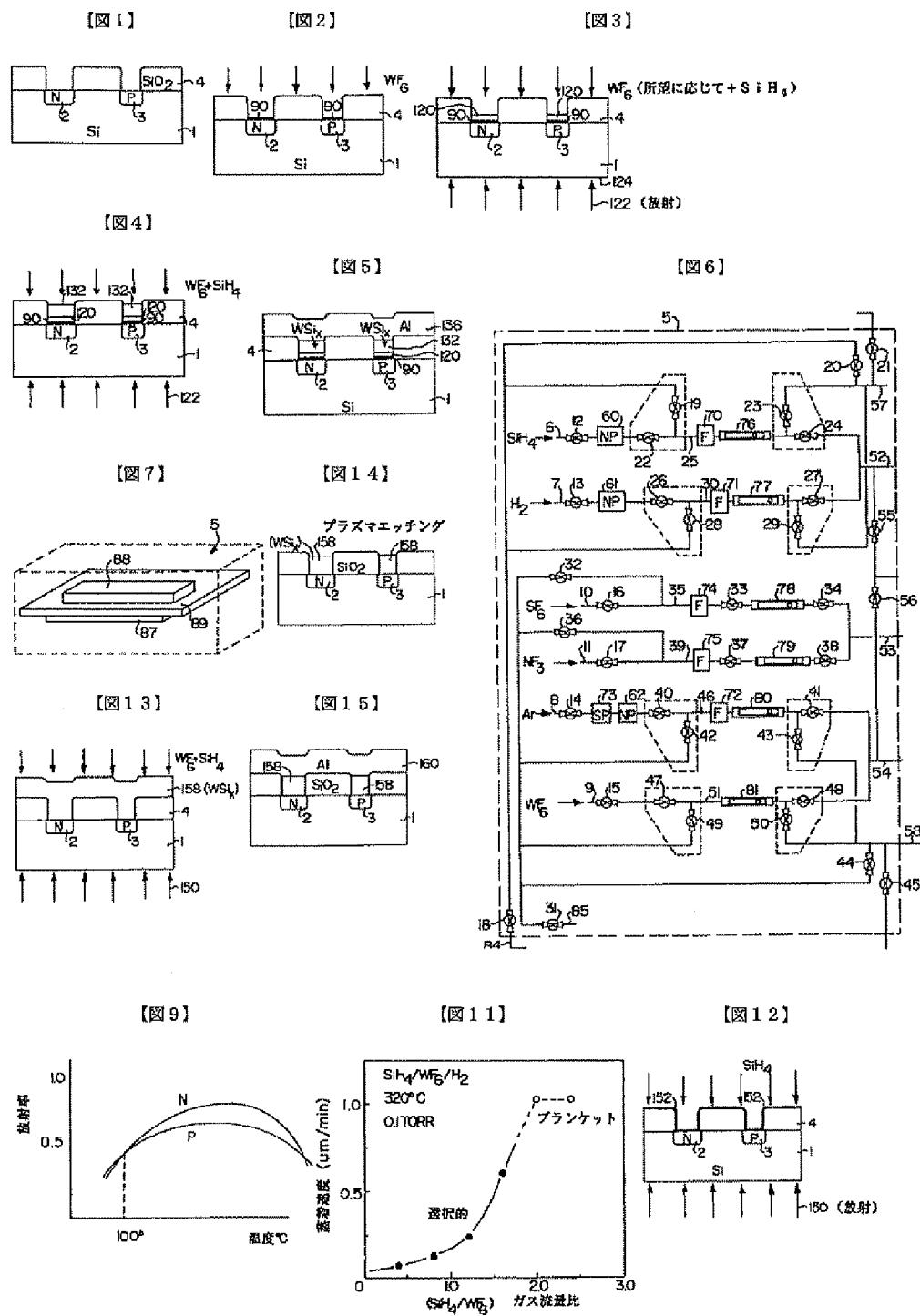
【図22】スパッタエッチングガスのためのガス分配ネットワークを示す回路図である。

【図23】本発明の好適実施例に於て用いられたガス拡散手段の斜視図である。

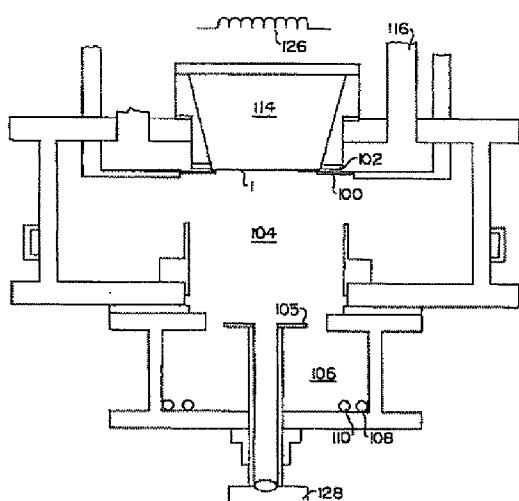
【図24】本発明の好適実施例に於て用いられたガス拡散手段の斜視断面図である。

【符号の説明】

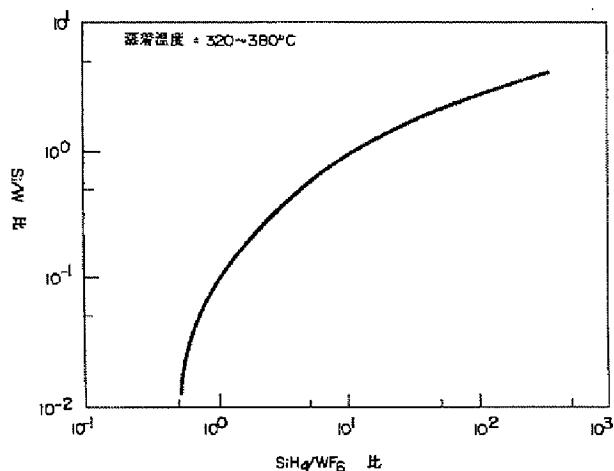
- 1 シリコン基層
- 2 N型領域
- 3 P型領域
- 4 酸化膜
- 5 ネットワーク
- 6~11 入力ポート
- 12~15、22、24、26、27、40、41、47、48 バルブ
- 25、30、46、51 ガスライン
- 104 CVDチャンバ
- 126 ランプ
- 170 多結晶シリコン膜
- 172 絶縁膜
- 174 ビア膜
- 178 金属皮膜
- 210 CVDチャンバ
- 212 スパッタエッチングチャンバ
- 214 ウェハ搬送システム
- 216、218 ガスライン
- 219 ガスボックス



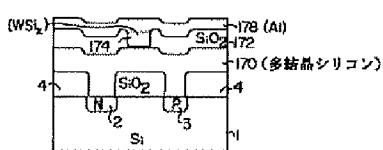
【図8】



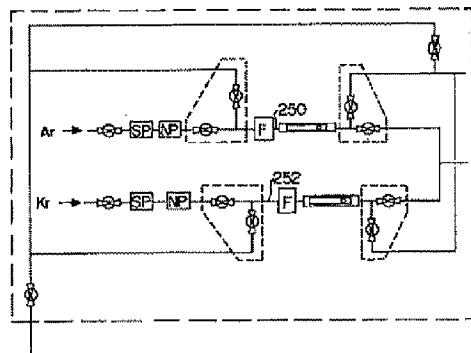
【図10】



【図16】



【図22】



【図24】

